
EDITORIAL

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur, kami panjatkan kehadiran Alloh SWT atas limpahan rahmatnya sehingga jurnal BIOEKSPERIMEN Volume 3 No. 2 September 2017 dapat diterbitkan dengan tepat waktu. Sholawat serta salam kami panjatkan kepada nabi Muhammad Rosululloh SAW.

Pada edisi ini, redaksi menerbitkan artikel ilmiah hasil penelitian dan review dalam cakupan bidang ilmu murni dan terapan Biologi meliputi Botani, Zoologi, Lingkungan, dan Mikrobiologi. Khusus pada edisi ini terdapat 7 naskah eksternal dan 3 naskah internal dengan tema yang beragam. Diharapkan artikel-artikel yang tercantum dalam edisi ini bisa memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu dan dapat menjadi referensi bagi peneliti lain untuk kelanjutan dan pengembangannya. Redaksi juga berharap peneliti lain untuk mempublikasikan hasil penelitiannya di BIOEKSPERIMEN pada edisi-edisi mendatang.

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada reviewer yang secara detail terdapat di lembar ucapan terimakasih dan kepada penulis. Semoga edisi ini dapat memberi manfaat ya

Wassalamu'aaikum, Wr.Wb.

Dewan Redaksi



Editorial.....	i
Daftar Isi	ii
PENYEBAB GANGGUAN AUTIS MELALUI JALUR NEUROINFLAMASI Alvina Putri Purnama Sari, Mohamad Amin, Betty Lukiaty	1-9
EFEKTIFITAS PEMANFAATAN TANAMAN SEBAGAI INSEKTISIDA ELEKTRIK UNTUK MENGENDALIKAN NYAMUK PENULAR PENYAKIT DBD Aseptianova, Tutik Fitri Wijayanti, Nita Nuraini.....	10-19
INVENTARISASI TUMBUHAN PAKU (PTERIDOPHYTA) DI POS ROWOBENDONGAGELAN TAMAN NASIONAL ALAS PURWO KABUPATEN BANYUWANGI Dwi Swastanti Ridianingsih, Pujiastuti, Sulifah Aprilya Hariani.....	20-30
PENGARUH ZAT PENGATUR TUMBUH TERHADAP MULTIPLIKASI TUNAS DAN BAHAN PENYANGGA PADA PEMBENTUKAN PLANTLET KANTONG SEMAR ADRIANII (NEPENTHES ADRIANII) DENGAN KULTUR IN VITRO Egi Nuryadin, Sugiyono, Elly Proklamasiningsih	31-44
KOMPOS DAUN SOLUSI KREATIF PENGENDALI LIMBAH Endang Setyaningsih, M.Si., Dwi Setyo Astuti, M.Pd., Rina Astuti, M.Pd.....	45-51
PERBANDINGAN UJI TOKSISITAS FITOESTROGEN PADA GINJAL TIKUS (SPRANGUE DAWLEY) YANG DIINDUKSI DAIDZEIN DAN AIR PERASAN UMBI BENGKUANG (PACHYRHIZUS EROSUS) Farizha Irmawati, Cicilia Novi Primiani.....	52-60
PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK SERASAH LAMUN (SEAGRASS) TERHADAP KUAT TEKAN DAN ABSORBSI AIR ECO-BATAKO R. Bekti Kiswardianta, Farida Huriawati, Nurul Kusuma Dewi	61-68
PENGARUH KOMPOSISI PEREKAT TEPUNG PADA BIOBRIKET LIMBAH BAGLOG JAMUR Widodo Hadi Prabowo, Muhammad Viki Lutfiana, Rosid, Muhammad Burhanuddin Ubaidillah.....	67-75

**KAJIAN KOMUNITAS EKOR PEGAS (COLLEMBOLA) PADA PERKEBUNAN
APEL (MALUS SYLVESTRIS MILL.) DI DESA TULUNGREJO BUMIAJI KOTA
BATU**

Widyarnes Niwangtika, Ibrohim 76-82

**POTENSI TANNIN PADA RAMUAN NGINANG SEBAGAI INSEKTISIDA
NABATI YANG RAMAH LINGKUNGAN**

Wulanda Setty Siamtuti, Renika Aftiarani, Zulvika Kusuma Wardhani,
Nanang Alfianto, Indra Viki Hartoko, 83-93

PENYEBAB GANGGUAN AUTIS MELALUI JALUR NEUROINFLAMASI

Causes of Autism Disorders through Path Neuroinflamasi

Alvina Putri Purnama Sari, Mohamad Amin, Betty Lukiati

Pendidikan Biologi, Pascasarjana, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No. 5 Malang, 65146, Indonesia

E -mail: alvinapps1@gmail.com

Abstract-Autism is a complex developmental disorder in children who are affected by many factors. Factors that cause autism include genetic, environmental, immune system disorders, and inflammation. Inflammation occurs because of the mediators that interfere with the work of a network resulting in a response to the mediator. One of inflammatory mediators are cytokines (IL-6 and TNF- α). IL-6 and TNF- α with high amounts in the brain resulting in disruption or reduction in adhesion and migration of nerve cells that result in disruption of the work of the Blood Brain Barrier (BBB) that function to maintain the normality of the central nervous system homeostasis. Inflammation that occurs in brain cells or chronic neuroinflamasi already become one of the causes of autistic disorder in children.

Keywords: autism, neuroinflammation

Abstrak-Autis merupakan gangguan perkembangan yang kompleks pada anak yang dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor penyebab autis diantaranya genetik, lingkungan, gangguan sistem imun, dan inflamasi. Inflamasi terjadi karena adanya mediator yang mengganggu kerja suatu jaringan sehingga menimbulkan respon terhadap mediator tersebut. Salah satu mediator inflamasi adalah sitokin (IL-6 dan TNF- α). IL-6 dan TNF- α dengan jumlah tinggi dalam otak mengakibatkan gangguan atau penurunan adhesi dan migrasi sel saraf yang mengakibatkan terganggunya kerja dari Blood Brain Barrier (BBB) atau sawar darah otak yang berfungsi menjaga normalitas homeostasis sistem saraf pusat. Inflamasi yang terjadi pada sel otak atau neuroinflamasi yang sudah kronis menjadi salah satu penyebab terjadinya gangguan autis pada anak.

Kata kunci: autis, neuroinflamasi

PENDAHULUAN

Perkembangan gangguan autis mengalami peningkatan selama dua dekade terakhir (WHO, 2013). Amerika Serikat adalah salah satu negara dengan jumlah penderita autis terbanyak yaitu 1:68, dengan perbandingan laki-laki dan perempuan 5:1 (CDC, 2016). Peningkatan gangguan autis juga terjadi di Asia salah satunya negara Indonesia. Tahun 2011 penderita autis di Indonesia 1:1000, lebih banyak dibandingkan sepuluh tahun sebelumnya (Kementrian Kesehatan RI, 2015).

Autis yaitu gangguan perkembangan saraf atau neurodevelopmental pada anak yang dipengaruhi banyak faktor. Faktor

tersebut diantaranya genetik dan faktor lingkungan (Onore et al., 2012; Lee et al., 2016), gangguan sistem imun (Boyadjieva & Varadinova, 2015; Careaga et al., 2010), serta inflamasi (Vargas et al., 2005; Young et al., 2016).

Inflamasi yaitu peradangan yang terjadi karena adanya mediator (Wassung, 2012; Adhimarta et al., 2015) yang mengganggu kerja suatu jaringan sehingga menimbulkan respon terhadap mediator tersebut (Repa et al., 2007). Salah satu mediator yang memicu inflamasi yaitu sitokin (Huang, 2004). Sitokin merupakan molekul protein yang memiliki peran dalam komunikasi antar sel (Coondoo, 2011) salah satunya

yaitu patofisiologi inflamasi (Mokart et al., 2002; Halter et al., 2005). Sitokin dapat dihasilkan oleh beberapa sel seperti limfosit, sel makrofag, dan sel mast (Khan, 2008).

Sitokin yang berperan sebagai proinflamasi diantaranya TNF- α (Netea et al., 2003; Schmidt et al., 2005) dan IL-6 (Li et al., 2009; Perkins, 2014). Inflamasi yang terjadi pada saraf atau neuroinflamasi menjadi salah satu penyebab gangguan autis (Vargas et al., 2005; Tsilioni et al., 2015).

AUTIS

Autis merupakan gangguan yang disebabkan bukan karena faktor tunggal (CDC, 2014) melainkan banyak faktor yang terlibat sehingga disebut sebagai gangguan yang kompleks (Careaga et al., 2010). Anak yang mengalami gangguan autis kesulitan berkomunikasi dengan orang lain (Tsilioni et al., 2015), mengalami gangguan sosial dan sering melakukan sesuatu secara berulang-ulang (Gips & Srinivasan, 2012). Setiap anak yang mengalami gangguan autis memiliki penyebab yang berbeda-beda.

Penyebab terjadinya autis diantaranya yaitu faktor genetik. Gen yang terlibat dalam gangguan autis ratusan jumlahnya (Elamin & Al-Ayadhi, 2015), gen tersebut menjadi penyebab autis karena mengalami mutasi (Devlin & Scherer, 2012; Elamin & Al-Ayadhi, 2015).

Faktor lingkungan juga berkontribusi terhadap gangguan autis (Sealey et al., 2016). Faktor tersebut diantaranya polusi udara (Volk et al., 2011), nutrisi (Schmidt et al., 2011; Schmidt et al., 2012), dan merkuri (Wijngaarden et al., 2013; Picciotto et al., 2010). Seorang ibu selama masa kehamilan pertama hingga bulan ketiga yang tidak memperhatikan asupan makanan atau nutrisi kehamilannya lebih mungkin melahirkan anak dengan gangguan autis (Schmidt et al.,

2011) karena masa kehamilan tersebut merupakan masa perkembangan janin yang sangat rentang dengan faktor luar. Contoh lain yaitu ibu yang mengandung harus berhati-hati dalam mengkonsumsi makanan, salah satunya yaitu ikan laut. Ikan laut yang kita ketahui terkadang mengandung merkuri atau logam lainnya, sehingga ketika tidak baik dalam pengolahannya dapat ikut masuk dalam darah janin. Gangguan autis diidentifikasi memiliki kandungan logam darah yang tinggi dibandingkan dengan anak normal lainnya (Picciotto et al., 2010).

Faktor lain penyebab autis adalah terjadinya gangguan sistem imun (Money et al., 1971; Enstrom et al., 2009) salah satunya adalah neuroimun (Gottfried et al., 2015). Neuroimun yang tidak normal dapat mempengaruhi kerja sistem saraf (Vargas et al., 2005) sehingga memicu terjadinya neuroinflamasi yang merupakan salah satu faktor penyebab gangguan autis.

Bayi yang lahir prematur diketahui memiliki potensi mengalami gangguan autis (Hack et al., 2009; Indredavik et al., 2004; Hwang et al., 2013;) karena dipengaruhi oleh keterlambatan perkembangan sehingga bayi tersebut akan sering mengamali gangguan seperti alergi lingkungan, infeksi, dan stress (Angelidou et al., 2012). Faktor tersebut menjadi salah satu penyebab pengaktifan sel mast.

Sel mast merupakan bagian dari jaringan ikat multifungsi dan terutama berhubungan dengan beberapa penyakit. Proses pengaktifan sel mast akan menimbulkan suatu reaksi salah satunya yaitu degranulasi sel atau pelepasan mediator kimia dari dalam sel tersebut (Jalal, 1998). Mediator kimia yang dilepaskan oleh sel mast penting dalam proses alergi, sistem kekebalan serta respon inflamasi (Theoharides et al., 2010). Aktifasi sel mast dapat terjadi

juga ketika adanya pengaruh lingkungan, protein pemicu dalam otak, serta gen tertentu (Theoharides et al., 2013).

INFLAMASI

Inflamasi atau peradangan merupakan reaksi tubuh terhadap suatu infeksi, iritasi atau terjadinya luka yang dipengaruhi oleh banyak mediator (Srdan Stankov, 2012). Inflamasi menjadi salah satu penyebab gangguan sistem tubuh lainnya karena inflamasi melibatkan sel-sel imun yang juga terlibat dalam sistem dalam tubuh (Gips & Srinivasan, 2012). Inflamasi yang terjadi dalam tubuh terdiri dari dua jenis yaitu inflamasi akut dan inflamasi kronis. Inflamasi akut terjadi secara mendadak yang bertujuan untuk menanggapi sesuatu benda yang secara tiba-tiba masuk ke dalam tubuh (Ashley et al., 2012). Inflamasi kronis terjadi karena perlawanan inflamasi akut yang tidak maksimal sehingga menimbulkan gangguan pada sistem tubuh yang lainnya bahkan dapat menimbulkan penyakit atau gangguan baru (Schottenfeld & Dummer, 2006).

Inflamasi yang terjadi pada anak dapat dideteksi sejak masa kehamilan (Knuesel et al., 2014). Autoantibodi yang dimiliki oleh ibu dapat ditransfer melalui plasenta dan air ketuban sehingga mampu meningkatkan mediator proinflamasi. Inflamasi terjadi ketika adanya mediator berupa bahan kimia yang dilepaskan dalam cairan ekstraseluler (Wassung, 2012). Sitokin merupakan salah satu mediator terjadinya inflamasi (Feghali & Wright, 1997), diantaranya yaitu TNF α dan IL-6 (Netea et al., 2003; Gouwy et al., 2005).

Sitokin memodulasi fungsi otak sehingga terjadi peradangan sebagai bentuk respon dari otak. Penderita autisme mengalami peningkatan kadar TNF- α dan IL-6 (Boyadjieva & Varadinova, 2015) yang terjadi di darah dan di otak

(Ashwood et al., 2006; Chez et al., 2007).

Tingginya kadar sitokin di otak memicu terjadinya neuroinflamasi (Careaga et al., 2010). Neuroinflamasi yang kronis pada otak merupakan salah satu penyebab terjadinya gangguan autisme (Vargas et al., 2005; Chez et al., 2007) sehingga autisme disebut dengan gangguan neurodevelopmental (Angelidou et al., 2012).

M E K A N I S M E NEUROINFLAMASI PADA GANGGUAN AUTIS

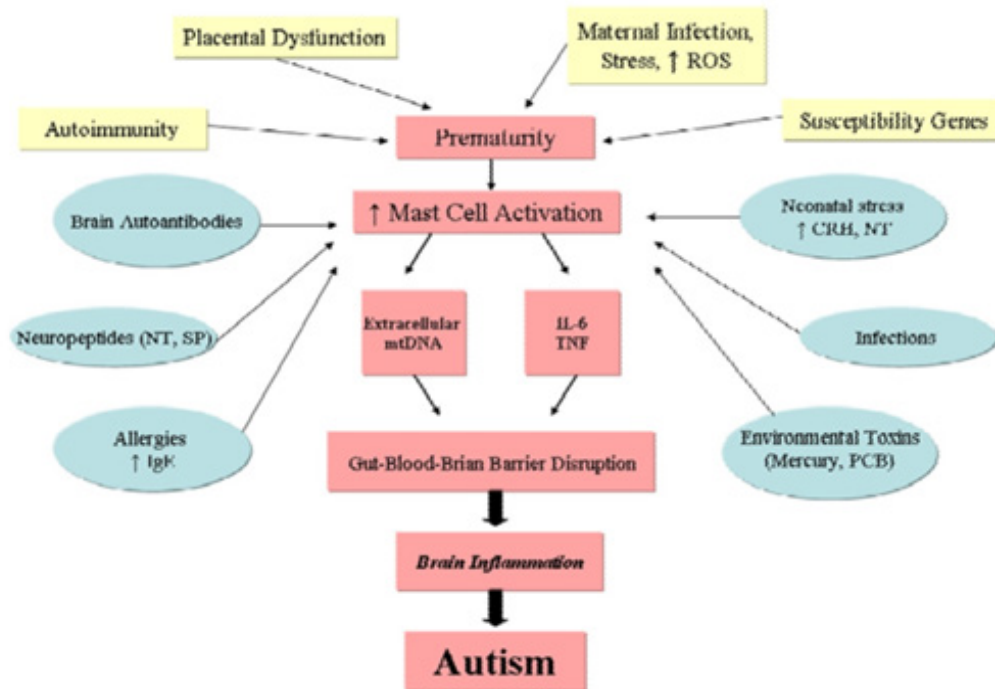
Sel mast merupakan salah satu komponen yang berperan dalam mekanisme neuroinflamasi, beberapa sel mast terletak di perivascularly dekat dengan neuron dan mikroglia terutama di bagian hipotalamus (Tsilioni et al., 2015). Anak autisme mengalami neuroinflamasi di daerah anterior dari neokorteks (Vargas et al., 2005) yang dihasilkan dari aktifnya sel mast sehingga mengeluarkan mediator dan berinteraksi dengan sel mikroglia (Anderson et al., 2008) yang memiliki fungsi penting dalam otak. Mikroglia merupakan sel mediator yang berperan penting dalam neuroinflamasi (Streit et al., 2004).

Mikroglia yang aktif merupakan salah satu bentuk respon fisiologi yang berfungsi melawan adanya benda asing atau zat lain yang masuk ke dalam otak, dalam hal ini adalah mediator inflamasi (sitokin), ketika sudah mengakibatkan respon yang kronik karena overaction dari mikroglia maka akan berujung pada gangguan neurodegeneratif salah satunya adalah autisme (Wang et al., 2014)

Neuroinflamasi yang terjadi pada anak autisme dapat terjadi ketika masih dalam kandungan. Autoimun, gangguan fungsional plasenta, infeksi saat kehamilan, serta lahirnya bayi secara prematur menjadi latar belakang seorang anak akan mengalami autisme. Hal tersebut

karena seorang anak tersebut dinilai lemah ketika menghadapi gangguan lingkungan, ketika mengalami alergi, sehingga dapat memicu pengaktifan sel

mast yaitu agen penting yang merespon adanya inflamasi dengan mengeluarkan mediator inflamasi (IL-6, dan TNF).



Gambar 1. Jalur Neuroinflamasi pada Autis (Angelidou et al., 2012:2).

IL-6 dan TNF- α merupakan glikoprotein yang keberadaannya dalam otak harus dalam jumlah yang normal atau rendah (Gadient & Otten, 1994) tingginya sitokin ini dapat menjadi pemicu terjadinya neuroinflamasi (Chez et al., 2007).

Sitokin (IL-6 dan TNF) sebagai mediator inflamasi masuk ke dalam otak melalui mekanisme transpor aktif sehingga mengganggu kerja sistem neuroimun karena jumlahnya yang tidak seimbang dengan sel-sel kekebalan tubuh (Limfosit) (Ashwood et al., 2004).

Berdasarkan Gambar 1. dapat dijelaskan secara lanjut bahwa pemicu pengeluaran mediator (IL-6 dan TNF- α) tersebut akan mengganggu kerja dari Blood Brain Barrier (BBB) atau sawar darah otak yang berfungsi menjaga

normalitas homeostasis sistem saraf pusat. IL-6 dan TNF- α pada konsentrasi tertentu atau dalam jumlah yang tinggi akan mengurangi jumlah dendrit primer dalam otak, kelenjar, panjang dendrit, dan mempengaruhi kelangsungan hidup dan aktifitas neuron (Gilmore et al., 2004) selain itu juga dapat menyebabkan perubahan adhesi sel saraf sehingga mengakibatkan ketidakseimbangan rangsangan oleh sel saraf tersebut. IL-6 dan TNF- α yang meningkat pada penderita gangguan autis berada pada sel granula di cerebellum berdasarkan penelitian *in vitro*, sehingga menyebabkan gangguan atau penurunan adhesi dan migrasi sel tersebut. Gangguan adhesi dan migrasi sel saraf yang menjadi akibat ketidakseimbangan sinapsis rangsangan sel tersebut yang diakibatkan oleh

peningkatan sitokin ini dapat dijadikan dasar komunikasi sel penyebab gangguan autis (Wei et al., 2011).

Gangguan yang terjadi pada bagian sel saraf otak karena adanya peningkatan sitokin (IL-6 dan TNF- α) mengakibatkan fungsi BBB terganggu sehingga terjadi penghambatan sistem kerja saraf pusat sehingga menyebabkan neuroinflamasi atau radang otak (Angelidou et al., 2012). Neuroinflamasi yang kronis pada otak ini menyebabkan terjadinya gangguan autis pada anak (Vargas et al., 2005).

Gangguan autis yang disebabkan karena adanya inflamasi pada otak sudah banyak menjadi bahan penelitian. Para peneliti menitikberatkan adanya peran IL-6 dan TNF- α atau beberapa sitokin lain yang berkontribusi dalam patologi autis. Namun, penelitian yang dilakukan belum mampu mengungkap proses secara lebih spesifik peran sitokin tersebut dalam patogenesis autis (Wei et al., 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Vargas et al., 2005, Li et al., 2009, Wei et al., 2011, menjelaskan kadar IL-6 dan TNF- α pada anak autis lebih tinggi dibandingkan dengan anak normal, dan ini sudah menjadi bukti salah satu jalur penyebab terjadinya autis (Wei et al., 2013) sehingga perlu tindak lanjut khusus untuk meneliti mekanismenya.

Penjelasan mekanisme yang terjadi baru dapat dijelaskan secara umum seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Kajian ini menjadi hal yang perlu ditindaklanjuti lebih dalam dan spesifik sehingga menjadi jelas jalur atau patologi autis yang disebabkan oleh sitokin proinflamasi yang menjadi salah satu penyebab gangguan autis. Hal tersebut karena sudah dibuktikan dengan penelitian bahwa peningkatan sitokin proinflamasi tersebut akan memberikan efek merugikan dalam jangka panjang terhadap fisiologi dan patologi di otak (Yirmiya & Goshen, 2011).

Oleh karena itu perlu tindak lanjut yang dapat dilakukan dengan pemberian terapi baru yang mampu mempengaruhi kerja sitokin proinflamasi sehingga dapat menekan terjadinya gangguan autis (Wei et al., 2013).

SIMPULAN

Neuroinflamasi dapat menjadi salah satu penyebab terjadinya gangguan autis karena aktifnya sel mast di otak sehingga mengeluarkan mediator proinflamasi dan berinteraksi dengan sel mikroglia. Mediator tersebut berupa glikoprotein yaitu IL-6 dan TNF- α . Tingginya mediator tersebut didalam otak menyebabkan gangguan atau penurunan adhesi dan migrasi sel saraf yang mengakibatkan terganggunya kerja dari Blood Brain Barrier (BBB) atau sawar darah otak yang berfungsi menjaga normalitas homeostasis sistem saraf pusat. Keseimbangan sistem saraf pusat yang terganggu mengakibatkan kerja seluruh sistem terutama di otak menjadi terganggu, sehingga neuroinflamasi yang kronis didalam otak menjadi salah satu patologi terjadinya gangguan autis.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhimarta, W., Islam, A.A., Maliawan, S., Lawrence, G. S., Patellongi, I. 2015. The Role Of Recombinant Il-10 On The Serum Level Of Tnf-A, One Hour Post Traumatic Brain Injury Of The Wistar Rat. *Balimed*, 4 (1): 24-27.
- Anderson A.A., Ushakov D.S., Ferenczi M.A., Mori R., Martin P., & Saffell J.L. 2008. Morphoregulation by Acetylcholinesterase in Fibroblasts and Astrocytes. *J Cell Physiol*, 215(1):82-100.
- Angelidou, A., Asadi, S., Alysandratos, K. D., Karagkouni, A., Stella K., & Theoharides, T. C. 2012. Perinatal

- Stress, Brain Inflammation and Risk of Autism Review and Proposal. *BMC Pediatrics*, 12:89.
- Ashwood P., Anthony A., Torrente F., Wakefield A.J. 2004. Spontaneous Mucosal Lymphocyte Cytokine Profiles in Children with Autism and Gastrointestinal Symptoms: Mucosal Immune Activation and Reduced Counter Regulatory Interleukin. *J Clin Immunol*, 10:664–673.
- Ashwood P., Wills S., Van de Water J. 2006. The Immune Response in Autism: a New Frontier for Autism Research. *J Leukoc Biol*, 80:1–15.
- Boydjjeva, N., & Varadinova, M. 2015. Role of Fetal Alcohol Exposure on Molecular and Epigenetic Mechanisms of Autism. *Recent Advances in Autism*, 1–10.
- Careaga, M., Van de Water, J., & Ashwood, P. 2010. Immune Dysfunction in Autism: A Pathway to Treatment. *Neurotherapeutics*, 7(3), 283–292.
- Center for Disease Control and Prevention (CDC). 2014. Community Report on Autism. United States: The Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network.
- Center for Disease Control and Prevention (CDC). 2016. Community Report on Autism. United States: The Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network.
- Chez M.G., Dowling T., Patel P.B., Khanna P., & Kominsky M. 2007. Elevation of Tumor Necrosis Factor-alpha in Cerebrospinal Fluid of Autistic Children. *Pediatr Neurol*, 36: 361–365.
- Coondoo, Arijit. 2011. Cytokines in Dermatology A Basic Overview. *Indian J Dermatol*, 56 (4): 368–374.
- Devlin B, & Scherer SW. 2012. Genetic Architecture in Autism Spectrum Disorder. *Curr Opin Genet Dev*, 22: 229–237
- Elamin, N. E., & Al-ayadhi, L. Y. 2015. Genetic Markers Association in Autism Spectrum Disorder. *Journal of Clinical & Medical Genomics*, 3(2): 1-5.
- Enstrom AM, Van de Water JA, Ashwood P. 2009. Autoimmunity in autism. *Curr Opin Investig Drugs*, 10: 463–473.
- Feghali, C. & Wright, T. M. 1997. Cytokines In Acute And Chronic Inflammation. *Frontiers in Bioscience*, 2: 12-26.
- Gadient, R. A., & Otten, U. 1994. Expression of interleukin-6 (IL-6) and interleukin-6 receptor (IL-6R) mRNAs in rat brain during postnatal development. *Brain Res*, 637(1–2):10–14.
- Gilmore, J.H., Fredrik, J. L., Vadlamudi S, Lauder, J.M. 2004. Prenatal Infection and Risk for Schizophrenia: IL-1beta, IL-6, and TNFalpha Inhibit Cortical Neuron Dendrite Development. *Neuropsychopharmacology*, 29:1221–1229.
- Gips, M. R., & Srinivasan, P. 2012. Modeling Autism: a Systems Biology Approach. *Journal of Clinical Bioinformatics*, 2 (1): 1-15.
- Gottfried, C., Junior, V. B., Francis, F., Riesgo, R., & Savino, W. 2015. The Impact of Neuroimmune Alterations in Autism Spectrum Disorder. *Front. Psychiatry*, 6:121.
- Gouwy M., Struyf S., Proost P., & Van Damme J. 2005. Synergy in Cytokine and Chemokine Networks Amplifies the Inflammatory

- Response. *Cytokine Growth Factor Rev*, 16:561-580.
- Hack, M., Taylor, H. G., Schluchter, M., Andreias, L., Drotar, D., & Klein, N. 2009. Behavioral outcomes of extremely low birth weight children at age 8 years. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 30, 122–130.
- Halter J., Steinberg J., & Fink G. 2005. Evidence of Systemic Cytokine Release in Patients Undergoing Cardiopulmonary Bypass. *J Extra Corpor Technol*, 37: 272-277.
- Hertz-Picciotto I, Green PG, Delwiche L, Hansen R, Walker C, Pessah IN. 2010. Blood Mercury Concentrations in Charge Study Children with and without Autism. *Environ Health Perspect*, 118(1): 161-166.
- Huang, R. P. 2004. Cytokine protein arrays. *Methods in Molecular Biology*, 278, 215–232
- Hwang, Y. S., Weng, S. F., Cho, C. Y., & Tsai, W. H. (2013). Higher prevalence of autism in Taiwanese children born prematurely: A nationwide population-based study. *Research in Developmental Disabilities*, 34(9): 2462-2468.
- Indredavik, M. S., Vik, T., Heyerdahl, S., Kulseng, S., Fayers, P., & Brubakk, A. M. 2004. Psychiatric symptoms and disorders in adolescents with low birth weight. *Archives of Disease in Childhood*, 89, 445–450.
- Jalal, E. A. 1998. Mast cell Konsep Baru Tentang Ciri Morfologik dan Fungsinya. *Jurnal Kedokteran Yarsi*, 6 (3): 28 – 40.
- Kementrian Kesehatan RI. 2015. Dedikasi untuk Anak Autis. Jakarta: Mediakom Edisi 60, Juli 2015.
- Khan, M. M. 2008. Chapter 2 Role of Cytokines. *Immunopharmacology*, DOI: 10.1007/978-0-387-77976-8 2. Springer Science+Business Media.
- Lee, J. H., Espinera, A. R., Chen, D., Choi, K.-E., Caslin, A. Y., Won, S., ... Yu, S. P. 2016. Neonatal Inflammatory Pain and Systemic Inflammatory Responses as Possible Environmental Factors in the Development of Autism Spectrum Disorder of Juvenile Rats. *Journal of Neuroinflammation*, 13 (1): 109.
- Li X., Chauhan A., Sheikh A.M., Patil S., Chauhan V., Li X.M., Ji L., Brown T., & Malik M. 2009. Elevated immune response in the brain of autistic patients. *J Neuroimmunol*, 207:111–116.
- Mokart D, Capo C, Blache JL. 2002. Early Postoperative Compensatory anti Inflammatory Response Syndrome is Associated with Septic Complications after Major Surgical Trauma in Patients with Cancer. *Br J Surg*, 89, 1450-1456.
- Money J, Bobrow NA, Clarke FC. 1971. Autism and Autoimmune Disease: a Family Study. *J Autism Child Schizophr*, 1: 146–160.
- Netea M.G., Van der Meer J.W., Van Deuren M. & Kullberg B.J. 2003. Proinflammatory cytokines and sepsis syndrome: not enough, or too much of a good thing?. *Trends Immunol*, 2 24:254-258.
- Onore, C., Careage, M., & Ashwood, P. 2012. The Role of Immune Dysfunction in the Pathophysiology of Autism. *Brain Behav Immun*, 26 (3): 383-392.
- Perkins N.D. NF-kappaB: Tumor Promoter or Suppressor? *Trends Cell Biol*, 14 (2): 64–69.
- Repa, J. J., Li, H., Cannon, T.C.F.,

- Valasek, M. A., Turley, S. D., Tansey, M. G., & Dietschy, J. M. 2007. Liver X Receptor Activation Enhances Cholesterol Loss from the Brain, Decreases Neuroinflammation, and Increases Survival of the NPC1 Mous. *The Journal of Neuroscience*, 27(52):14470–14480.
- Schmidt RJ, Hansen RL, Hartiala J, Allayee H, Schmidt LC, Tancredi DJ, Tassone F, Hertz-Picciotto I. 2011. Prenatal vitamins, one-carbon metabolism gene variants, and risk for autism. *Epidemiology*, 22(4): 476-485.
- Schmidt RJ, Tancredi DJ, Ozonoff S, Hansen RL, Hartiala J, Allayee H, Schmidt LC, Tassone F, Hertz-Picciotto I. 2012. Maternal periconceptional folic acid intake and risk of autism spectrum disorders and developmental delay in the CHARGE (CHildhood Autism Risks from Genetics and Environment) case-control study. *Am J Clin Nutr*, 96 (1): 80-89.
- Schmidt, O. I., Heyde C. E., Ertel, W. Stahel P. F. 2005. Closed head injury—an inflammatory disease?. *Brain Research Reviews*, 48 (2005) 388–399.
- Schottenfeld, D. & Dimmer, J. 2006. Chronic Inflammation: A Common and Important Factor in the Pathogenesis of Neoplasia. *Cancer J Clin*, 56: 69–83.
- Sealey, L.A.; Hughes, B.W.; Sriskanda, A.N.; Guest, J.R.; Gibson, A.D.; Johnson-Williams, L.; Pace, D.G.; Bagasra, O. 2008. Environmental factors in the development of autism spectrum disorders. *Environ. Int.* 88, 288–298
- Sealey, L.A.; Hughes, B.W.; Sriskanda, A.N.; Guest, J.R.; Gibson, A.D.; Johnson-Williams, L.; Pace, D.G.; Bagasra, O. 2016. Environmental factors in the development of autism spectrum disorders. *Environ. Int.*, 88, 288–298.
- Stankov, S. V. 2012. Definition of Inflammation, Causes of Inflammation and Possible Anti-inflammatory Strategies. *The Open Inflammation Journal*, 5, 1-9.
- Theoharides TC, Alysandratos KD, Angelidou A, Delivanis DA, Sismanopoulos N, Zhang B, Asadi S, Vasiadi M, Weng Z, Miniati A, Kalogeromitros D. 2010. Mast cells and inflammation. *Biochim Biophys Acta*, 2010:21–33.
- Theoharides, T. C., Asadi, S., & Patel, A. B. 2013. Focal Brain Inflammation and Autism. *Journal of Neuroinflammation*, 2013, 10:46.
- Tsilioni, I., Taliou, A., Francis, K., & Theoharides, T.C. Children with Autism Spectrum Disorders, who Improved with A Luteolin Containing Dietary Formulation, Show Reduced Serum Levels of TNF and IL-6. *Translational Psychiatry*, 1 – 5.
- Vargas, D. L., Nascimbene, C., Krishnan, C., Zimmerman, A. W., & Pardo, C. A. 2005. Neuroglial Activation and Neuroinflammation in the Brain of Patients with Autism. *Annals of Neurology*, 57 (1): 67-81.
- Volk HE, Hertz-Picciotto I, Delwiche L, Lurmann F, McConnell R. 2011. Residential proximity to freeways and autism in the CHARGE study. *Environ Health Perspect*, 119 (6): 873-877.
- Wang, Q. M., Luo, A. Z., & Kong, X. 2014. Neuroinflammation and Autism. *N A J Med Sci*, 7(3):118-122.
- Wassung, Keith. 2012. The Role Of Inflammation In The Healing

- Process. the field of health education and research.
- Wei, H., Zou, H., Sheikh, A.M., Malik, M., Dobkin, C., Brown, W.T., & Li, X. 2011 IL-6 is Increased in the Cerebellum of Autistic Brain and Alters Neural Cell Adhesion, Migration and Synaptic Formation. *J Neuroinflamm*, 8:52.
- Wei, H., Alberts, I., & Li, X. 2013. Review: Brain IL-6 and Autism. *Neuroscience*, (252): 320-325.
- WHO (World Health Organization). 2013. *Autism Spectrum Disorders & Other Developmental Disorders From Raising Awareness to Building Capacity*. Switzerland: WHO Press.
- Wijngaarden E, V., Davidson PW, Smith TH, Evans K, Yost K, Love T, Thurston SW, Watson GE, Zareba G, Burns CM, Shamlaye CF, Myers GJ. 2013. Autism Spectrum Disorder Phenotypes and Prenatal Exposure to Methylmercury. *Epidemiology*, 24(5): 651-659.
- Streit, W. J., Mrak, R. E., & Griffin, W. S. T. 2005. Microglia and Neuroinflammation: A Pathological Perspective. *Journal of Neuroinflammation*, 2004 (1-14).
- Yirmiya, R., & Goshen I .2011. Immune Modulation of Learning, Memory, Neural Plasticity and Neurogenesis. *Brain Behav Immun*, 25:181–213.
- Young, A. M. H., Chakrabarti, B., Roberts, D., Lai, M., Suckling, J., & Baron-Cohen, S. 2016. From Molecules to Neural Morphology : Understanding Neuroinflammation in Autism Spectrum Condition. *Molecular Autism*, 7 (9): 1–8.

EFEKTIFITAS PEMANFAATAN TANAMAN SEBAGAI INSEKTISIDA ELEKTRIK UNTUK MENGENDALIKAN NYAMUK PENULAR PENYAKIT DBD

Aseptianova¹, Tutik Fitri Wijayanti², Nita Nuraini³

Universitas Muhammadiyah Palembang

E-mail: nasepti@yahoo.co.id

Abstract: *The use of anti-mosquito with chemical materials widely used along with increasing mosquito population to dengue fever (DBD). Prevention of mosquito by utilizing natural ingredients into one alternative that is not only beneficial for humans but also the surrounding environment. The research objective was to determine the effectiveness of mint leaves, galangal, Sambiloto, babadotan, avocado leaves, bay leaves, shoots red, and leaves zodia as anti mosquito electrically against Aedes ae-gypti, research procedures conducted using a completely randomized design (RAL) with 8 independent variables (8 plants) and one dependent variable (Aedes aegypti). Number of treatment as much as 9 with three replications. Based on this research can be seen that within 5 minutes, the extract is most effective for her mortality-muk is the avocado leaf extract and leaf Salam as much as 100%, ginger extract as much as 82.22%, Mint leaf extract as much as 51.11%, and babadotan leaf extract as much as 8.89%. Based on the results of over 60 minutes, the result that the mosquitoes were diu-jicobakan death with a mortality rate that is different for each extract. Bay leaf extract and avocado leaves are able to kill mosquitoes within 5 minutes, ginger and mint leaves are able to kill mosquitoes within 10 minutes by a percentage greater galangal. Babadotan leaf extract capable of killing mosquitoes within 20 minutes, while extracts Zodia able to kill mosquitoes within 30 minutes (the 25th minute and the 30th minute). Mosquitoes faster die are male mosquitoes. The analysis showed a significance of $(0,00) < 0.05$, which means that the plant extract air-significant effect on mortality of Aedes aegypti L.*

Keywords: *Botanical Insecticides, Insecticide Electric, Dengue, Aedes aegypti L.*

Abstrak: Penggunaan obat anti nyamuk berbahan dasar kimia marak dilakukan seiring meningkatnya populasi nyamuk demam berdarah (DBD). Pencegahan nyamuk dengan memanfaatkan bahan alami menjadi salah satu alternatif yang tidak hanya menguntungkan bagi manusia tapi juga lingkungan sekitar. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui efektifitas daun mint, lengkuas, Sambiloto, babadotan, daun alpukat, daun salam, pucuk merah, dan daun zodia sebagai obat anti nyamuk elektrik terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Prosedur penelitian dilakukan menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan 8 variabel bebas (8 tanaman) dan 1 variabel terikat (nyamuk *Aedes aegypti*). Jumlah perlakuan sebanyak 9 dengan 3 kali ulangan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa dalam waktu 5 menit, ekstrak yang paling efektif untuk mortalitas nyamuk adalah pada ekstrak daun Alpukat dan daun Salam sebanyak 100%, ekstrak lengkuas sebanyak 82,22%, ekstrak daun Mint sebanyak 51,11%, dan ekstrak daun Babadotan sebanyak 8,89%. Ekstrak daun salam dan daun alpukat mampu membunuh nyamuk dalam waktu 5 menit, lengkuas dan daun mint mampu membunuh nyamuk dalam waktu 10 menit dengan persentase lengkuas yang lebih besar. Ekstrak daun Babadotan mampu membunuh nyamuk dalam waktu 20 menit, sedangkan ekstrak Zodia mampu membunuh nyamuk dalam waktu 30 menit (perhitungan menit ke-25 dan menit ke-30). Hasil analisis menunjukkan signifikansi sebesar $(0,00) < 0,05$ yang berarti ekstrak tanaman berpengaruh nyata terhadap mortalitas nyamuk *Aedes aegypti* L.

Kata kunci: Insektisida Botani, Insektisida Elektrik, DBD, *Aedes aegypti* L.

PENDAHULUAN

Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan penyakit endemis yang banyak ditemui di Indonesia setiap

tahunnya. Penyakit ini disebabkan oleh gigitan nyamuk *Aedes aegypti* L. dengan membawa virus *dengue* pada tiap gigitan. *Demam Berdarah Dengue* (DBD) merupakan salah satu masalah kesehatan bagi

masyarakat yang cenderung meningkat jumlah penderitanya dan semakin luas daerah penyebarannya, sejalan dengan meningkatnya mobilitas dan kepadatan penduduk (Depkes RI, 1995). Upaya pencegahan sangat diperlukan untuk mencegah penyebaran nyamuk *Aedes aegypti* L. yang merupakan faktor utama penyebab DBD.

Budiasih (2011) menyatakan bahwa nyamuk umumnya banyak bersarang di lingkungan yang lembab, dingin dan gelap, untuk itu perlu adanya pencegahan secara dini mulai dari diri sendiri hingga lingkungan sekitar seperti pengaturan sirkulasi udara dan pencahayaan yang baik, mengurangi potensi tempat-tempat gelap sebagai sarang nyamuk, menghilangkan genangan air yang bisa jadi tempat berkembang biak dan pemanfaatan tanaman-tanaman yang ada di sekitar kita sebagai larvasida alami yang mampu mengusir nyamuk demam berdarah.

Masyarakat di Indonesia cenderung terbiasa menggunakan obat anti nyamuk berbahan kimia yang beredar di pasaran sebagai salah satu cara untuk mengusir dan mencegah berkembangnya nyamuk *Aedes aegypti*. Obat anti nyamuk berbahan kimia umumnya mengandung zat fumigan, DEET, Piretroid, propoksur, dan lain-lain. Kandungan tersebut sangat berbahaya karena dapat menimbulkan efek toksik baik lokal maupun sistemik terhadap manusia. Efek lokal pada umumnya melalui pajanan dermal, sedangkan efek sistemik melalui pajanan oral dan inhalasi (Raini, 2009). Penggunaan obat nyamuk dengan bahan kimia tidak hanya merugikan bagi kesehatan manusia, akan tetapi juga dapat menyebabkan resistensi terhadap nyamuk itu sendiri (Rahman & Sofiana, 2016). Pengurangan dampak negatif penggunaan bahan-bahan kimia tersebut

dapat diatasi dengan memanfaatkan bahan-bahan alami yang ada di sekitar kita, seperti tanaman.

Pemanfaatan tanaman untuk mengusir nyamuk ini lebih dikenal dengan istilah insektisida nabati. Insektisida nabati atau alami menggunakan bahan dasar tumbuhan sehingga bersifat mudah terurai (*bio-degradable*) di alam, tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia dan ternak peliharaan, karena residu (sisa-sisa zat) mudah hilang. Admadi H (2009) juga menambahkan bahwa beberapa tanaman dan bagian-bagian tertentu seperti daun, bunga, biji, batang, rimpang atau umbi memiliki kandungan insektisida alami. Semua bahan yang digunakan berasal dari tumbuhan maka dapat dipastikan bahwa senyawa insektisidanya tidak akan memberikan efek samping yang negatif bagi penggunaannya bila digunakan secara benar.

Permasalahan yang demikian dapat diatasi dengan memanfaatkan beberapa tanaman teridentifikasi memiliki kandungan yang mampu membantu mengusir dan mencegah penyebaran nyamuk demam berdarah. Tanaman-tanaman tersebut antara lain: daun mint, umbi lengkuas, sambiloto, babadotan, daun alpukat, daun salam, pucuk merah, dan daun zodia. Jenis tanaman insektisida tersebut dapat dibuat ekstraknya yang akan digunakan sebagai pengganti bahan zat kimia untuk obat anti nyamuk elektrik. Tanaman-tanaman tersebut dikenal mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, dan terpenoid. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Aseptianova (2015), Fitriah (2015), Harahap (2014) dan Nofyan, Marisa, & Kamal (2012) yang menyatakan bahwa tanaman-tanaman tersebut dapat digunakan sebagai insektisida alami untuk membunuh nyamuk *Aedes aegypti*.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakukan untuk membuktikan efektifitas beberapa tanaman tersebut sebagai insektisida elektrik dalam mengendalikan nyamuk DBD (*Aedes aegypti* L.).

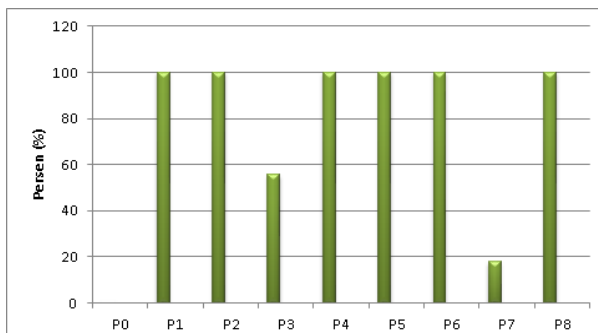
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan variabel bebas terdiri atas: ekstrak daun mint, umbi lengkuas, sambiloto, babadotan, daun alpukat, daun salam, pucuk merah, dan daun zodia, sedangkan variabel terikat yaitu mortalitas nyamuk *Aedes aegypti* (fase nyamuk dewasa). Terdiri dari 9 perlakuan dan 3 kali ulangan. Jumlah seluruh nyamuk adalah 405 ekor. Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Palembang

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Deskripsi Data Hasil Penelitian

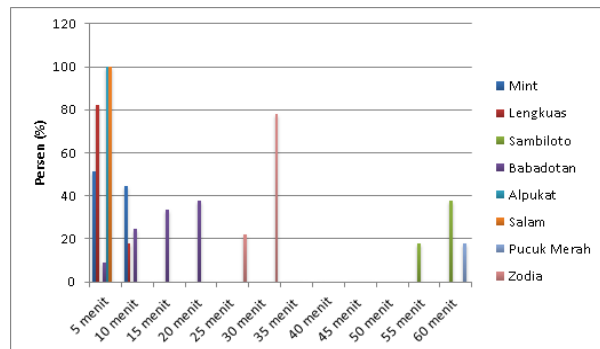
Penelitian ini menggunakan 9 perlakuan dengan rincian: P₀ (ethanol), P₁ (ekstrak daun mint), P₂ (ekstrak lengkuas), P₃ (ekstrak sambiloto), P₄ (ekstrak daun Babadotan), P₅ (ekstrak daun Alpukat), P₆ (45 ml ekstrak daun Salam), P₇ (ekstrak daun pucuk merah) dan P₈ (ekstrak daun Zodia).



Gambar 1.1. Grafik Persentase Mortalitas Nyamuk *Aedes aegypti* L. terhadap Berbagai Ekstrak per 60 Menit.

Berdasarkan data dari Gambar 1.1 dapat disimpulkan bahwa jumlah mortalitas nyamuk yang tinggi berada pada perlakuan menggunakan ekstrak daun Mint, Lengkuas, daun Babadotan, daun Alpukat, daun Salam, dan daun Zodia.

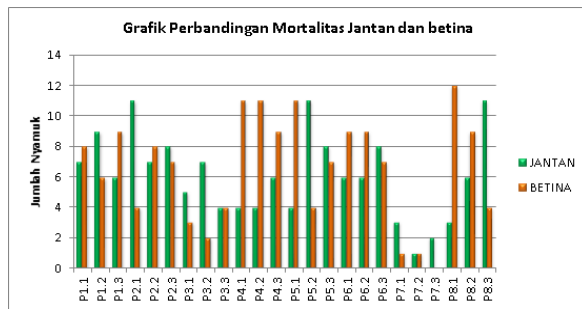
Data mortalitas nyamuk per 5 menit dapat dilihat pada Gambar 1.2 berikut.



Gambar 1.2 Grafik Persentase Mortalitas Nyamuk per 5 Menit.

Hasil di atas menunjukkan bahwa dalam waktu 5 menit, ekstrak yang paling efektif untuk mortalitas nyamuk adalah ekstrak daun Alpukat dan daun Salam dengan persentase sebesar 100%, ekstrak lengkuas sebesar 82,22%, ekstrak daun Mint sebesar 51,11%, dan ekstrak daun Babadotan sebesar 8,89%.

Pada pengamatan dengan kurun waktu 1 jam diperoleh data bahwa kematian nyamuk lebih banyak terjadi pada jenis kelamin betina, karena jumlah nyamuk yang digunakan lebih banyak nyamuk betina. Jumlah total nyamuk yang digunakan untuk penelitian adalah 405 ekor, dengan jumlah jantan 191 ekor sedangkan betina berjumlah 214 ekor. Untuk nyamuk yang mati selama satu jam berjumlah 303 ekor, dengan jumlah jantan yang mati 147 ekor dan betina 156 ekor. Berikut ini data perbandingan mortalitas antara nyamuk jantan dan betina.



Gambar 1.3 Perbandingan Jumlah Mortalitas antara Nyamuk Jantan dan Betina.

adalah: pada P3.1 jumlah jantan yang mati 5 ekor sedangkan betinanya 3 ekor, pada P3.2 jumlah jantan yang mati 7 ekor sedangkan betinanya 2 ekor, pada P3.3 jumlah jantan yang mati 4 ekor sedangkan betinanya 4 ekor, pada P7.1 jumlah jantan yang mati 3 ekor sedangkan betinanya 1 ekor, pada P7.2 jumlah jantan yang mati 1 ekor sedangkan betinanya 1 ekor, dan pada P7.3 jumlah jantan yang mati 2 ekor sedangkan betinanya 0 ekor.

Selama penelitian berlangsung, nyamuk yang lebih cepat mati adalah nyamuk jantan. Untuk perwakilan dapat dilihat pada ekstrak P3 (sambiloto) dan P7 (pucuk merah) yang dalam satu jam tidak mati semuanya, data yang diperoleh diujikan.

2. Pengujian Hipotesis Penelitian Pemanfaatan Berbagai Ekstrak Tanaman sebagai Insektisida Alami

Melalui uji perbedaan *One-Way ANOVA*, ada perbedaan nilai akhir yang signifikan antara setiap ekstrak yang

Tabel 1.1 Hasil Analisis Pemanfaatan Berbagai Ekstrak Tanaman sebagai Insektisida Alami

	signifikansi	Kriteria	Keputusan Uji
Berbagai Ekstrak Tanaman	0,000	signifikansi < 0,05	H ₀ Ditolak, Berpengaruh Sangat Nyata

Berdasarkan Tabel 1.1 dapat dilihat bahwa hasil analisis menunjukkan signifikansi < 0,05 maka H₀ ditolak dan H₁ diterima, artinya berbagai ekstrak tanaman yang digunakan (daun mint, lengkuas, daun sambiloto, daun babadotan, daun

alpukat, daun salam, daun pucuk merah, dan daun zodia) berpengaruh terhadap mortalitas nyamuk *Aedes aegypti* L.

Menggunakan uji *post hoc test Tukey HSD* didapat hasil bahwa ada perbedaan dengan signifikansi 0,000 < 0,005. Masing-masing ekstrak dapat dirangkum pada

Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Rangkuman Hasil *Post Hoc Test Tukey HSD* pada Berbagai Ekstrak Tanaman.

Ekstrak Tumbuhan (I)	Ekstrak Tumbuhan (J)	Mean Difference	Signifikansi	Keterangan
Mint	Sambiloto	6,667	0,000	Mint lebih baik dari sambiloto
	Pucuk Merah	12,333	0,000	Mint lebih baik dari pucuk merah
Lengkuas	Sambiloto	6,667	0,000	Lengkuas lebih baik dari sambiloto
	Pucuk Merah	12,333	0,000	Lengkuas lebih baik dari pucuk merah
Sambiloto	Pucuk Merah	5,667	0,000	Sambiloto lebih baik dari pucuk merah

Ekstrak Tumbuhan (I)	Ekstrak Tumbuhan (J)	Mean Difference	Signifikansi	Keterangan
Babadotan	Sambiloto	6,667	0,000	Babadotan lebih baik dari sambiloto
	Pucuk Merah	12,333	0,000	Babadotan lebih baik dari pucuk merah
Alpukat	Sambiloto	6,667	0,000	Alpukat lebih baik dari sambiloto
	Pucuk Merah	12,333	0,000	Alpukat lebih baik dari pucuk merah
Salam	Sambiloto	6,667	0,000	Salam lebih baik dari sambiloto
	Pucuk Merah	12,333	0,000	Salam lebih baik dari pucuk merah
Zodia	Sambiloto	6,667	0,000	Zodia lebih baik dari sambiloto
	Pucuk Merah	12,333	0,000	Zodia lebih baik dari pucuk merah

Ekstrak Mint, Lengkuas, Babadotan, Alpukat, Salam, dan Zodia dinyatakan memiliki nilai akhir yang lebih baik ($M=15$, $SD=0,00$) jika dibandingkan dengan ekstrak sambiloto ($M=8,33$; $SD=0,577$) dan pucuk merah ($M=2,67$; $SD=1,155$). Untuk ekstrak sambiloto dinyatakan lebih baik jika dibandingkan dengan ekstrak pucuk merah.

Etanol yang digunakan sebagai kontrol diperoleh hasil bahwa tidak ada pengaruh bagi nyamuk dan ada perbedaan dengan ekstrak tanaman yang diuji cobakan ($0,000 < 0,05$). Angka *Mean Difference* juga menunjukkan nilai negatif terhadap ekstrak yang diujikan, artinya ekstrak tanaman yang diujicobakan lebih baik dibanding etanol.

3. Pembahasan

Berdasarkan Tabel 1.1 hasil analisis menyatakan signifikansi ($0,00 < 0,05$) yang berarti ekstrak tanaman berpengaruh nyata terhadap mortalitas nyamuk *Aedes aegypti* L. Hal ini terjadi karena pada ekstrak tanaman yang digunakan yaitu daun mint, lengkuas, daun sambiloto,

daun babadotan, daun alpukat, daun salam, daun pucuk merah, dan daun zodia terbukti memiliki senyawa aktif yang mampu membunuh nyamuk sebagai insektisida alami.

Sastrohamidjojo (2004) menjelaskan bahwasannya daun mint memiliki kandungan senyawa menthol dan menthone yang dapat berfungsi untuk membunuh serangga dengan cara menghambat proses sintesis protein. Lengkuas mengandung senyawa terpenoid, alkaloid, tanin, saponin, flavonoid, dan fenol yang dapat bersifat bakterisidal dan fungisidal sehingga dapat dinyatakan sebagai bioinsektisida (Riyanti, 1996; Nursal & Siregar, 2005). Adekunle & Ayodele (2014) menyatakan bahwa daun sambiloto mengandung senyawa flavonoid, terpenoid. Kardinan (2001) menyatakan pula jika di babadotan memiliki kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, kumarin, saponin, polifenol, dan minyak atsiri. Charyadie, Adi, dan Sari (2014) mengungkapkan bahwa ekstrak daun alpukat mengandung senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin. Murtini & Widodo

(2006) menyatakan daun salam (*Syzygium polyanthum*) memiliki kandungan minyak atsiri 0.05% (sitral, eugenol), flavonoid, tannin, dan metachavicol. Haryati, Saleh, & Erwin (2015) menyatakan kandungan dalam ekstrak total daun pucuk merah adalah alkaloid, triterpenoid, steroid, saponin, fenolik, dan flavonoid. Kardinan (2004) menjelaskan bahwa daun Zodia mengandung senyawa aktif linalool (46%) dan α -pinen (13,26%). Boesri dkk (2015) menambahkan bahwa daun zodia memiliki bahan aktif dominan evodiamine, sedangkan lengkuas dengan bahan aktif dominan flavonoid.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa kandungan pada ekstrak yang digunakan sebagian besar adalah flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, dan linalool. Senyawa flavonoid diyakini mampu merusak sel bakteri dengan cara membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan terlarut sehingga senyawa intraseluler akan keluar menuju ekstraseluler (Nuria, Faizatun, dan Sumantri, 2009). Ketika Flavonoid diabsorpsi, akan mengalami peningkatan fungsi biologis, diantaranya sintesis protein, diferensiasi dan proliferasi sel, serta angiogenesis. Apabila flavonoid dikonsumsi secara berlebihan, akan menyebabkan mutagen dan menghambat enzim-enzim tertentu dalam kerja metabolisme hormon serta metabolisme energi (Sabir, 2003; Cushnie, 2005). Tentunya hal ini juga berpengaruh pada serangga, dimana flavonoid akan merusak permeabilitas dinding sel dan menghambat kerja enzim sehingga mempengaruhi proses metabolisme pada serangga. Hollingworth (dalam Utami, Syaufina, & Haneda, 2010) menjelaskan dalam golongan flavonoid terdapat senyawa rotenon yang berfungsi sebagai toksik pada respirasi sel, dengan cara menghambat transfer elektron dalam NADH-koenzim ubiquinon reduktase

(komplek I) dari sistem transpor elektron di dalam mitokondria.

Tanin memiliki sasaran terhadap polipeptida dinding sel yang menyebabkan kerusakan dinding sel, dan mampu pula menggumpalkan protein (Sari, F. P., & Sari, S. M., 2011). Yunita, Suprpti, dan Hidayat (2009) menambahkan jika tanin memiliki rasa pahit sehingga menghambat serangga untuk memakannya. Ini terjadi karena tanin bereaksi dengan protein membentuk kopolimer mantap yang tidak larut dalam air sehingga protein lebih sukar dicapai oleh cairan pencernaan hewan (Harborne, 1987). Tanin dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan (protease dan amilase) dan mengganggu aktivitas protein usus, sehingga akan mengalami gangguan nutrisi (Aseptianova, 2015).

Saponin dapat merusak mukosa kulit jika terabsorpsi dan akan mengakibatkan hemolisis sel darah sehingga pernapasan menjadi terhambat dan dapat mengakibatkan kematian (Hildamamus, 2004 dalam Liem, 2013). Pengaruh lain yang ditimbulkan oleh saponin terhadap serangga yakni berupa gangguan fisik bagian luar (kutikula). Lapisan lilin yang melindungi tubuh serangga dan akan hilang akibat saponin dan menyebabkan kematian karena kehilangan banyak cairan tubuh. Saponin juga menyebabkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan menurun serta mengganggu proses metabolisme tubuh (Novizan, 2002).

Alkaloid bersifat racun mampu menghambat kerja pada sistem saraf dan merusak membran sel. Golongan ini umumnya akan menghambat enzim asetilkolinesterase, sehingga asetilkolin akan tertimbun pada sinapsis. Efek yang ditimbulkan akan menghambat proses transmisi saraf. Efek lain yang ditimbulkan adalah proses inhibitor sintesis kitin dan kerja hormon yang

terhambat (Soemirat, 2003). Zat toksik relatif lebih mudah untuk menembus kutikula dan selanjutnya masuk ke dalam tubuh serangga, karena umumnya tubuh serangga berukuran kecil sehingga luas permukaan luar tubuh yang terpapar relatif lebih besar (terhadap volume) (Widyantoro, 2011). Kandungan zat-zat inilah yang menyebabkan tanaman-tanaman secara tidak langsung berpotensi sebagai insektisida alami yang dapat mengganggu bahkan membunuh perkembangan nyamuk *Aedes aegypti* L.

Menurut Nurdjannah (2004), senyawa linalool yang terkandung pada daun Zodia bersifat racun kontak menyebabkan peningkatan aktifitas saraf sensorik pada serangga. Jika kandungannya lebih besar dapat menyebabkan stimulasi saraf motor sehingga mengakibatkan kejang dan kelumpuhan pada serangga. Linalool merupakan racun kontak yang dapat meningkatkan aktivitas saraf sensorik pada serangga, tepatnya menyebabkan stimulasi saraf motor yang mengakibatkan kejang dan kelumpuhan (Kardinan, 2007).

Berdasarkan hasil penelitian selama 60 menit, diperoleh hasil bahwa nyamuk yang diuji cobakan mengalami kematian dengan tingkat mortalitas yang berbeda untuk setiap ekstrak. Hal ini tentunya dipengaruhi oleh kandungan senyawa yang berbeda pada setiap ekstrak. Ekstrak daun Salam yang diketahui mampu membunuh semua nyamuk yang diuji cobakan memiliki tingkat mortalitas yang tinggi, karena dalam 5 menit semua nyamuk telah mati. Setelah ekstrak daun salam, ada ekstrak daun alpukat yang juga demikian. Kandungan pada ekstrak daun alpukat mampu membunuh semua nyamuk yang diuji cobakan dalam 5 menit. Ekstrak lengkuas jika dilihat dari hasil penelitian, lebih baik dibanding ekstrak mint, meskipun lengkuas dan daun mint sama-sama

membunuh nyamuk dalam waktu 10 menit. Lengkuas mampu membunuh nyamuk lebih banyak dibanding daun mint dalam waktu 5 menit. Ekstrak daun Babadotan mampu membunuh nyamuk dalam waktu 20 menit, sedangkan ekstrak Zodia mampu membunuh nyamuk dalam waktu 30 menit (perhitungan menit ke-25 dan menit ke-30). Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan urutan ekstrak tanaman dengan kemampuan insektisida paling tinggi sampai dengan rendah adalah: 1) salam, 2) alpukat, 3) lengkuas, 4) mint, 5) babadotan, 6) zodia, dan 7) pucuk merah. Kematian nyamuk diawali dengan kejang-kejang dan kelumpuhan, setelah beberapa menit kemudian, nyamuk dapat dikatakan mati karena sudah tidak ada lagi pergerakan. Hal ini membuktikan adanya kandungan senyawa aktif pada ekstrak yang digunakan, sehingga menyebabkan gangguan metabolisme pada nyamuk. Gangguan metabolisme ini dapat disebabkan melalui proses pernapasan yang kurang sempurna ataupun hormon yang kurang bekerja dengan baik. Gangguan juga terdapat pada sistem saraf nyamuk yang menyebabkan nyamuk menjadi lemas dan tidak dapat bergerak secara aktif.

SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

1. Simpulan

Simpulan yang diperoleh dari penelitian adalah semua tanaman yang digunakan efektif terhadap mortalitas nyamuk *Aedes aegypti*. Secara berurutan tanaman yang paling efektif adalah daun salam, daun alpukat, lengkuas, daun mint, daun babadotan, daun zodia, daun sambiloto, dan daun pucuk merah.

2. Saran

Saran yang diberikan terkait penelitian adalah perlunya penelitian lebih lanjut

mengenai kandungan senyawa aktif yang berperan dalam insektisida pada tanaman yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adekunle, O. A., & Ayodele, F. T. (2014). Insecticidal Activity of the Aqueous Leaves Extract of *Andrographis paniculata* as Protectant of Cowpea Seeds from *Callosobruchus maculatus* Infestation. *Central European Journal of Experimental Biology*. 3 (1):29-33.
- Admadi H, Bambang. (2009). Mempelajari Bagian Tanaman dan Konsentrasi Ekstrak Kunci Pepet (*Kaempferia rotunda* L.) yang mempunyai Sifat Repelan Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Agrotekno* 15 (2): 43-48.
- Aseptianova. (2015). *Pemanfaatan Tanaman Sebagai larvasida Alami terhadap Nyamuk Penyebab Demam Berdarah (Aedes aegypti, L.)*. Palembang; Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Aseptianova. (2015). *Pemanfaatan Berbagai Ekstrak Tanaman sebagai Larvasida Alami*. Laporan Penelitian tidak diterbitkan. Palembang: LPPM Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Boesri, H., Heriyanto, B., Handayani, S. W., & Suwaryono, T. (2015). Uji Toksisitas Beberapa Ekstrak Tanaman terhadap Larva *Aedes Aegypti* Vektor Demam Berdarah Dengue. *Vektora*. 7 (1): 29-38.
- Budiasih, Kun Sri. (2011). Pemanfaatan Beberapa Tanaman yang Berpotensi Sebagai Bahan Anti Nyamuk. *Artikel*. Yogyakarta: Pendidikan Kimia Fakultas MIPA UNY.
- Charyadie, F. L., Adi, S., & Sari, R. P. (2014). Daya Hambat Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana, Mill.*) Terhadap Pertumbuhan *Enterococcus faecalis*. *Denta Jurnal Kedokteran Gigi*. 8 (1).
- Cushnie T, Lamb AJ. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 26: 343-56.
- Departemen Kesehatan RI. (1995). *Petunjuk Teknis Pemberantasan Penyakit Demam Berdarah*. Jakarta: Direktorat Jenderal, PPM & PLP, Buku Paket B.
- Fitriah, S. (2015). Pengaruh Ekstrak Batang Brotowali (*Tinospora crispa*) terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti* dan Sumbangsihnya pada Mata Pelajaran Biologi di SMA/MA. *Skripsi*. Palembang: Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang.
- Harahap, P. S. (20014). Eektivitas Ekstrak Umbi Gadung (*Dioscorea hipsida* Dents) dalam Pengendalian Larva Nyamuk. *Jurnal IPTEKS Terapan*. 8 (1).
- Harborne, J.B. (1987). *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Haryati, N. A., Saleh, C., & Erwin. (2015). Uji Toksisitas dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Merah Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* walp.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kimia Mulawarman*. 13 (1).
- Kardinan, Agus. (2001). *Pestisida Nabati Ramuan dan Aplikasi Cetakan ke-3*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kardinan, Agus. (2004). Tanaman Pengusir Nyamuk. *Tabloid Sinar Tani*. www.litbang.deptan.go.id. Diakses tanggal 24 Juli 2016, Pukul

20.00 WIB.

- Kardinan, A. (2007). *Tanaman Pengusir dan Pembasmi Nyamuk Edisi Ketiga*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Liem, A.F., Holle, E., Gemnafle, I.Y., & Wakum, S. (2013). Isolasi Senyawa Saponin dari Mangrove Tanjung (*Bruguiera gymnorrhiza*) dan Pemanfaatannya sebagai Pestisida Nabati pada Larva Nyamuk. *Jurnal Biologi Papua*. 5 (1): 29-36.
- Nofyan, E., Marisa H., dan Kamal M. (2013). Eksplorasi Biolarvasida dari Tumbuhan untuk Pengendalian Larva Nyamuk *Aedes aegypti* di Sumatera Selatan. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung 2013*.
- Novizan. (2002). *Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Nurdjannah, N., (2004). Diversifikasi Penggunaan Cengkeh. *Perspektif*, Vol. 3(2), 61-70.
- Nuria, M.C., Faizatun. A., dan Sumantri. (2009). Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, dan *Salmonella typhi* ATCC 1408. *Jurnal Ilmu – ilmu Pertanian* 5: 26 – 37.
- Nursal. (2005). *Kandungan Senyawa Kimia Ekstrak Lengkuas (Alpinia galanga L.) Toksisitas dan Pengaruh Subletalnya terhadap Mortalitas Larva Nyamuk Aedes aegypti*. (Online). <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/836/3/06000449.pdf.txt>. Diakses tanggal 22 Juli 2016, Pukul 20.00 WIB.
- Raini, M. (2009). Toksikologi Insektisida Rumah Tangga dan Pencegahan Keracunan. *Media Peneliti dan Pengembangan Kesehatan XIX*.
- Rahman, M. S. & Sofiana, L. (2016). Perbedaan Kerentanan Status Nyamuk *Aedes aegypti* terhadap *Malathion* di Kabupaten Bantul Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 11 (2).
- Riyanti. (1996). The effect of lengkuas (*Languas galanga* (L.) Stuntz) extract to growth of fungi caused skin disease *Trichophyton mentrophytes* (Robin) Blancard and *Microsporum gypseum* (Bodin) Guiart Grigorakis in vitro. *Thesis*. Bandung: Bandung Institute of Technology.
- Sabir A. (2003). Pemanfaatan flavonoid di bidang kedokteran gigi. *Majalah Kedokteran Gigi (Dental Journal) Edisi Khusus Temu Ilmiah Nasional*. III: 81–7.
- Sari, F.P., & Sari, S. M. (2011). Ekstraksi Zat Aktif Antimikroba dari Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* Linn) sebagai Bahan Baku Alternatif Antibiotik Alami. *Technical Report*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sastrohamidjojo, H. (2004). *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Soemirat, J. (2003). *Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Utami, S., Syaufina, L., & Haneda, N. F. (2010). Daya Racun Ekstrak Kasar Daun Bintaro (*Cerbera odollam gaertn.*) Terhadap larva *Spodoptera litura* Fabricius. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 15 (2): 96-100.
- Widyantoro, W. (2011). *Pengaruh Formulasi The Daun Jambu Biji (Psidium guajava) sebagai Campuran The Terhadap Zona Daya Hambat Mikrobial Anti Diare (Shigella dysenteriae)*. Yogyakarta: Politeknik Kesehatan.

Yunita, E.A., N.H. Suprapti, J.S. Hidayat.
(2009). Ekstrak Daun Teklan
(*Eupatorium riparium*) terhadap

Mortalitas dan Perkembangan Larva
Aedes aegypti. *Bioma* 11 (1): 11-17.

INVENTARISASI TUMBUHAN PAKU (PTERIDOPHYTA) DI POS ROWOBENDO- NGAGELAN TAMAN NASIONAL ALAS PURWO KABUPATEN BANYUWANGI

Dwi Swastanti Ridianingsih¹, Pujiastuti², Sulifah Aprilya Hariani²

¹Mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Jember, Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

²Dosen Pendidikan Biologi Universitas Jember, Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

E-mail: dwiswastantiyut@gmail.com

Abstract: *This study aims to determine the factual information about the diversity of ferns (Pteridophyta) contained in the National Park Alas Purwo Banyuwangi. The research method is descriptive qualitative, with the creation of 7 plots in each of the appointed place. Results of the study were obtained as many as 17 species of ferns. Type of fern that consists of one class Pteropsida known of the identification results in LIPI Purwodadi. conclusions from the research, it is found that in general the ferns are found to have a function as a raw material medicines, as vegetable consumption by the public and many of them ferns are also useful as ornamental plants, with a living habitat areas tropical one in National Park Alas Purwo Banyuwangi*

Keywords: *Inventory, Pteridophyta, Alas Purwo National Park*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui informasi faktual mengenai keberagaman tumbuhan paku (*Pteridophyta*) yang terdapat di kawasan Taman Nasional Alas Purwo Kabupaten Banyuwangi. Metode penelitian yaitu deskriptif kualitatif, dengan pembuatan 7 plot di masing-masing tempat yang sudah ditentukan. Hasil penelitian yang didapatkan sebanyak 17 spesies tumbuhan paku. Jenis tumbuhan paku itu terdiri dari 1 kelas *Pteropsida* yang diketahui dari hasil identifikasi di LIPI Kebun Raya Purwodadi. kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan diketahui bahwa secara umum tumbuhan paku yang ditemukan memiliki fungsi sebagai bahan baku obat-obatan, sebagai sayuran yang di konsumsi oleh masyarakat dan banyak diantaranya tumbuhan paku juga bermanfaat sebagai tanaman hias, dengan habitat hidup didaerah beriklim tropis salah satunya di kawasan Taman Nasional Alas Purwo Kabupaten Banyuwangi

Kata kunci: Inventarisasi, Tumbuhan Paku, Taman Nasional Alas Purwo

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki wilayah 750 juta hektar dengan luas daratan 193 juta hektar (24,7%) (Suraida., dkk, 2013), terdapat flora dan fauna didalamnya. Berdasarkan keanekaragaman spesies flora, Indonesia memiliki lebih dari 30.000 spesies. Diantara ketigapuluhribu spesies tersebut masih sedikit yang dibudidayakan sedangkan kurang lebih 74% lainnya masih tumbuh liar di hutan-hutan yang terdapat di Indonesia (Romaidi, M, S, Minarno, B, E, 2012). Di dunia banyak terdapat tumbuhan paku sekitar 10.000 jenis, sedangkan di Indonesia berkisar

antara 1.250-1.500 jenis dan diantaranya terdapat di pulau Jawa (Khoiriyah, 2004).

Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) merupakan suatu divisi yang warganya jelas mempunyai kormus, yang artinya tubuhnya dapat dibedakan dalam tiga bagian pokok, yaitu akar, batang, dan daun (Tjitrosoepomo, 1991). Salah satunya tumbuhan paku (*Pteridophyta*) yang merupakan salah satu kelompok flora Indonesia dengan keragaman tinggi dan persebaran yang luas (Kurniawati., dkk, 2016). Seperti yang kita tahu bahwa tumbuhan paku dapat dijumpai didaerah tropis maupun subtropis

dengan ketinggian yang berbeda, dengan habitat di tanah, merambat dan juga epifit (Jamsuri, 2007). Dimana dalam hal ini Indonesia merupakan daerah yang memiliki iklim tropis dan banyak tumbuhan paku yang hidup sebagai tumbuhan liar yang diabaikan oleh masyarakat dan tidak dihiraukan keberadaannya.

Pertumbuhan pada tumbuhan paku (Pteridophyta) dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya faktor abiotik di lingkungan tempat hidupnya, tumbuhan paku hidup di tempat lembab, di tempat telindung dan juga ditempat terbuka (Arini, D, & Kinho, J, 2012). Tumbuhan paku dapat ditemukan di sekitar pantai, lereng gunung, kawah, hutan, perkebunan dan tempat lain yang memungkinkan tumbuhnya tumbuhan paku di kawasan tersebut (Arini, D, & Kinho, J, 2012). Oleh masyarakat kebanyakan tumbuhan paku dimanfaatkan sebagai bahan pangan, sebagai tanaman hias, sebagai bahan baku obat tradisional.

Jenis tumbuhan paku yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari yaitu *Aglaomorpha drynarioides*, *Asplenium normale* (paku blao), *Asplenium scortechinii* (kadaka dasi), *Botrychium daucifolium* (paku rancung), *Pteris argyraea* (paku sipasan rimbo), *Pteris biaurita*, *Taenitis blechnoides*, *Pteris vittata*, *Nephrolepis falcata*, *Nephrolepis bisserata* yang dimanfaatkan sebagai tanaman hias (Hovenkamp *et al.*, 1998; Holttum, 1966; Hoshizaki dan Moran, 2001; Suraida., dkk, 2013), *Angiopteris evecta* dimanfaatkan sebagai obat tradisional: beri-beri, demam, maag, obat bisul, dan tanaman hias, *Asplenium nidus* L. (pakis sarang burung) dimanfaatkan sebagai obat tradisional: penyubur rambut, demam, obat kontrasepsi (de Winter dan Amorosa, 1992), *Cyathea contaminans* (paku pohon), dimanfaatkan sebagai

batangnya bahan patung, tiang dekorasi rumah dan hotel, daun yang masih menggulung digunakan sebagai bahan sayur (Holttum, 1972), *Drynaria quercifolia* (pakis daun kepala tupai) bermanfaat sebagai bahan obat dan tanaman hias dan obat tradisional (Hovenkamp *et al.*, 1998), *Huperzia serrata* dimanfaatkan sebagai obat tradisional (de Winter dan Amorosa, 1992), *Lycopodium squarrosum* dimanfaatkan sebagai untuk angin-angin (mengusir setan atau membebaskan diri dari pengaruh santet) (Jones, 1987), *Dryopteris expansa*, *Lycopodium cernuum*, *Blechnum orientale*, *Lygodium circinatum* bermanfaat sebagai obat tradisional, *Gleichenia linearis* bermanfaat sebagai bahan baku kerajinan tangan (Suraida., dkk, 2013)

Tumbuhan paku yang ada di wilayah Banyuwangi belum banyak diketahui oleh masyarakat, terutama di kawasan Taman Nasional Alas Purwo Kabupaten Banyuwangi karena diketahui jangkauannya juga lumayan susah untuk sampai ke tempat ini, bisa dikatakan tempat ini jauh dari tempat tinggal masyarakat. Taman Nasional Alas Purwo terletak di desa Kalipahit, Kecamatan Tegaldlimo, Kabupaten Banyuwangi dan merupakan salah satu kawasan Taman Nasional yang dilindungi dan tidak sembarang orang bisa mengambil tumbuhan tanpa ijin di tempat ini (Patria., dkk, 2003). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui informasi faktual mengenai keberagaman tumbuhan paku (Pteridophyta) yang terdapat di kawasan Taman Nasional Alas Purwo Kabupaten Banyuwangi.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif yaitu data dari hasil penelitian yang ditemukan dilapangan diinterpretasikan dan dideskripsikan

secara sistematis dan benar mengenai sifat populasi tumbuhan. Penelitian ini dilakukan pada dua tempat yaitu pertama pengambilan sampel dan pengambilan gambar tumbuhan paku di pos Rowobendo-Ngagelan Taman Nasional Alas Purwo, Kabupaten Banyuwangi pada bulan Agustus. Kemudian penelitian kedua dilanjutkan dengan tahap identifikasi yang dilakukan oleh peneliti di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan pada tanggal 17-30 September 2014.

Metode pengkoleksian tumbuhan paku dilakukan dengan cara jelajah yaitu menjelajahi setiap sudut suatu lokasi yang dapat mewakili tipe-tipe ekosistem ataupun vegetasi di kawasan yang diteliti. Membagi wilayah penelitian menjadi 7 pos dengan menyusuri jalan setapak yang tersedia di lokasi penelitian yang dimulai dari pos Rowobendo-Ngagelan Taman Nasional Alas Purwo. Jarak setiap pos 1 ke pos lainnya yaitu 5 m, masing-masing pos dengan rincian 5 m depan belakang, 5 m samping kanan kiri dan 5 ke arah atas bila ditemukan paku epifit dan mempermudah pengambilan gambar dan spesimen. Setiap jenis tumbuhan yang ditemukan pada setiap pos diambil, dibersihkan dan dimasukkan dalam kantong plastik dan diberi label. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan perbedaan morfologinya. Pengukuran faktor abiotik di daerah penelitian diantaranya : intensitas cahaya, pH tanah, kelembaban tanah, kelembaban udara, suhu lingkungan, kecepatan angin.

HASIL

Pengukuran faktor abiotik dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali pada masing-masing pos kemudian diambil rata-rata. Pengukuran dimulai pukul 10.00 WIB dimulai dari pos 1 sampai dengan pos 7, dari hasil pengukuran faktor abiotik pada pos 1 diketahui bahwa rata-rata pH tanah 6,5, kelembaban tanah 20%, kelembaban udara 66%, temperatur udara 30°C, dan kecepatan angin 38Knots, pada pos 2 diketahui rata-rata pH 6,4, kelembaban tanah 20%, kelembaban udara 65%, temperatur udara 31°C, kecepatan angin 6,7Knots, pada pos 3 diketahui diketahui rata-rata pH 6,5, kelembaban tanah 20%, kelembaban udara 66%, temperatur udara 32°C, dan kecepatan angin 10Knots, pada pos 4, 5 dan 6 sama-sama memiliki pH tanah 7, pada pos 4 memiliki kelembaban tanah 30%, kelembaban udara 65%, temperatur udara 30°C, kecepatan angin 18,4Knots, pada pos 5 memiliki kelembaban tanah 42%, kelembaban udara 66, temperatur udara 30°C, kecepatan angin 20Knots, pada pos 6 memiliki kelembaban tanah 30%, kelembaban udara 65%, temperatur udara 30°C, kecepatan angin 20Knots, pada pos 7 memiliki pH tanah 6, kelembaban tanah 20%, kelembaban udara 65%, temperatur udara 30°C, kecepatan angin 20Knots, dari ketujuh pos diketahui memiliki intensitas yang sama yaitu diatas $\geq 500\text{Cd}$ (Tabel 1). Dari hasil tersebut diketahui bahwa faktor abiotik ini yang mendukung sebagai tempat tumbuhnya tumbuhan paku pada kelas *Pteropsida* yang ada di Taman Nasional Alas Purwo.

Tabel 1 Pengukuran faktor abiotik

Plot	PH Tanah	Kelembaban tanah (%)	Kelembaban Udara (%)	Temperatur Udara (°C)	Intensitas Cahaya	Kecepatan Angin (m/s)
1	6,5	20	66	30	≥ 500	38
2	6,4	20	65	31	≥ 500	6,7
3	6,5	20	66	32	≥ 500	10

Plot	PH Tanah	Kelembapan tanah (%)	Kelembapan Udara (%)	Temperatur Udara (°C)	Intensitas Cahaya	Kecepatan Angin (m/s)
4	7	30	65	30	≥500	18,4
5	7	42	66	32	≥500	20
6	7	30	65	30	≥500	20
7	6	20	65	30	≥500	20

Dari penelitian yang dilakukan pada 7 pos pengamatan di Rowobendo-Ngagelan kemudian dilakukan identifikasi di LIPI Kebun Raya Purwodadi dan didapatkan hasil 17 spesies tumbuhan paku diantaranya spesies pertama *Stenochlaena palustris* (Burm.f.) Bedd yang ditemukan pada pos 1, 2, 3, pada pos 1 ada 7 spesies, pada pos 2 ada 10 spesies dan pada pos 3 ada 17 spesies maka dari ketiga pos ini diketahui jumlahnya yaitu 34 spesies *Stenochlaena palustris* (Burm.f.) Bedd, spesies kedua *Thelypteris* sp. ditemukan pada pos 1 berjumlah 2 spesies, spesies ketiga *Lygodium circinnatum* (Burm.f.) Sw. ditemukan pada pos 1 dan berjumlah 3 spesies, spesies keempat *Neprolephis cordifolia* (L.) Pr. ditemukan pada pos 1 dan pos 4, pada pos 1 ada 4 spesies, pada pos 4 ada 4 spesies, maka dari kedua pos ini diketahui jumlahnya 8 spesies, spesies kelima *Christella* sp. (I) ditemukan pada pos 1 berjumlah 3 spesies, spesies keenam *Acrostichum aureum* (L.) Mett ditemukan pada pos 1 dan pos 3, pada pos 1 ada 2 spesies, pada pos 3 ada 8 spesies, maka dari kedua pos diketahui berjumlah 10 spesies, spesies ketujuh *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw ditemukan pada pos 4 dan berjumlah 8 spesies, spesies

kedelapan *Acrostichum aureum* (L.) Mett ditemukan pada pos 5 dan berjumlah 13 spesies.

Spesies kesembilan *Pytirogramma calomelanos* (L.) Link ditemukan pada pos 7 dan berjumlah 2 spesies, spesies kesepuluh *Pteris vitata* Linn. ditemukan pada pos 7 dan berjumlah 15 spesies, spesies kesebelas *Asplenium nidus* L ditemukan pada pos 6 dan berjumlah 3 spesies, spesies keduabelas *Athyrium asculentum* (Retz.) Sw ditemukan pada pos 6 dan berjumlah 23 spesies, spesies ketigabelas *Cyclosorus* sp. ditemukan pada pos 1 dan 2, pada pos 1 ada 2 spesies, pada pos 2 ada 4 spesies, maka dari kedua pos ini diketahui jumlahnya 6 spesies, spesies keempatbelas dan kelimabelas yaitu *Christella* sp. (II) dan (III), *Christella* sp. (II) kedua spesies ini ditemukan di pos 4 dengan jumlah masing-masing pos 2 spesies, spesies keenambelas *Christella dentata* (Forssk.) Brownsey & Jermi ditemukan pada pos 5 dan pos 7, pada pos 5 ada 4 spesies, pada pos 7 ada 3 spesies, maka dari kedua pos diketahui jumlahnya 7 spesies, spesies terakhir yaitu *Drynaria sparsisora* Moore. Ditemukan di pos 7 dan berjumlah 5 spesies (Tabel 2).

Tabel 2 Spesies Tumbuhan Paku pada Tiap Pos

No	Nama Tumbuhan Paku	Pos							Jumlah
		1	2	3	4	5	6	7	
1	<i>Stenochlaena palustris</i> (Burm.f.) Bedd	7	10	17	0	0	0	0	34
2	<i>Thelypteris</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0	2
3	<i>Lygodium circinnatum</i> (Burm.f.) Sw.	3	0	0	0	0	0	0	3
4	<i>Neprolephis cordifolia</i> (L.) Pr.	4	0	0	4	0	0	0	8
5	<i>Christella</i> sp.	3	0	0	0	0	0	0	3

No	Nama Tumbuhan Paku	Pos							Jumlah
		1	2	3	4	5	6	7	
6	<i>Acrostichum aureum</i> (L.) Mett	2	0	8	0	0	0	0	10
7	<i>Diplazium esculentum</i> (Retz.) Sw	0	0	0	8	0	0	0	8
8	<i>Acrostichum aureum</i> (L.) Mett	0	0	0	0	13	0	0	13
9	<i>Pytirogramma calomelanos</i> (L.) Link	0	0	0	0	0	0	2	2
10	<i>Pteris vitata</i> Linn.	0	0	0	0	0	0	15	15
11	<i>Asplenium nidus</i> L	0	0	0	0	0	3	0	3
12	<i>Athyrium asculentum</i> (Retz.) Sw	0	0	0	2	0	23	0	25
13	<i>Cyclosorus</i> sp.	2	4	0	0	0	0	0	6
14	<i>Christella</i> sp.	0	0	0	2	0	0	0	2
15	<i>Christella</i> sp.	0	0	0	2	0	0	0	2
16	<i>Christella dentata</i> (Forssk.) Brownsey & Jermi	0	0	0	0	4	0	3	7
17	<i>Drynaria sparsisora</i> Moore.	0	0	0	0	0	0	5	5

PEMBAHASAN

Hasil penelitian Inventarisasi tumbuhan paku yang ditemukan di Pos Rowobendo-Ngagelan Taman Nasional Alas Purwo Kabupaten Banyuwangi, kemudian diidentifikasi hingga tingkat spesies oleh LIPI Purwodadi. Hasil identifikasi yang dilakukan oleh pihak LIPI menunjukkan bahwa di Pos Rowobendo-Ngagelan Taman Nasional Alas Purwo Kabupaten Banyuwangi terdiri dari 1 kelas *Pteropsida*; 8 Famili yaitu: *Blechnaceae*, *Thelypteridaceae*, *Schizaeaceae*, *Nephrolepidaceae*, *Pteridaceae*, *Woodsiaceae*, *Aspleniaceae*, *Polypodiaceae*; 13 Genus yaitu: *Stenochlaena*, *Thelypteris*, *Christella*, *Cyclosorus*, *Lygodium*, *Nephrolepis*, *Acrostichum*, *Pytirogramma*, *Pteris*, *Diplazium*, *Athyrium*, *Asplenium*, *Drynaria*; 17 macam spesies tumbuhan paku yang tergolong dalam kelas *Pteropsida*. Berikut ini beberapa macam spesies hasil identifikasi dari LIPI Purwodadi yaitu:

Stenochlaena palustris (Burm.f.) Bedd; *Thelypteris* sp; *Lygodium circinnatum* (Burm.f.) Sw; *Nephrolepis cordifolia* (L.) Pr; *Christella* sp., *Acrostichum aureum* (L.) Mett; *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw; *Acrostichum aureum* (L.) Mett; *Pytirogramma calomelanos* (L.) Link; *Pteris*

vitata Linn; *Asplenium nidus* L; *Athyrium esculentum* (Retz.) Sw; *Cyclosorus* sp; *Christella* sp; *Christella* sp; *Christella dentata* (Forssk.) Brownsey & Jermi; *Drynaria sparsisora* Moore.

Dari hasil penelitian sebagian besar tumbuhan paku tumbuh di tempat yang ternaungi, dimana keberadaan tumbuhan paku yang ditemukan di pos Rowobendo-Ngagelan Taman Nasional Alas Purwo, Kabupaten Banyuwangi tidak terlepas dari beberapa faktor lingkungan yaitu intensitas cahaya, suhu, kecepatan angin, kelembaban udara, pH tanah serta keberadaan vegetasi alami yang ada. Dari 17 spesies yang ditemukan di pos Rowobendo-Ngagelan Taman Nasional Alas Purwo, didominasi oleh tumbuhan yang masuk dalam kelas *Pteropsida* dikarenakan pengukuran faktor abiotik yang didapatkan bisa dikatakan sesuai dengan kebutuhan tumbuhan paku pada kelas tersebut

Faktor abiotik di pos Rowobendo-Ngagelan mempunyai pH tanah rata-rata 6,6, kelembaban tanah rata-rata 27,42%, kelembaban udara rata-rata 65, memiliki temperatur rata-rata 30, intensitas cahaya ≥ 500 dan memiliki kecepatan angin rata-rata 19.2. Faktor-faktor abiotik inilah yang mendukung tumbuhnya kelas *Pteropsida*

di tempat tersebut. Sedangkan faktor biotik yang ada sangat mempengaruhi spesies yang tumbuh ditempat ini, pada lokasi penelitian ini didominasi oleh pepohonan yang tumbuh seragam seperti pada plot 1, plot2, plot 3, plot 4 yang didominasi oleh pohon jati yang tumbuhnya tidak terlalu rapat, banyak juga tumbuh tumbuhan sirih hutan dan cabe jawa, sehingga di area tersebut udara sedikit panas dan tanahnya kering.

Pada plot 5 merupakan area rawa yang didominasi oleh tumbuhan *Acrostichum aureum* (L.) Mett yang biasa disebut pakis rawa, didaerah sekitar rawa terlihat rimbun dan rapat, namun tetap terdapat pepohonan besar yang tumbuh disekitarnya, juga tanaman semak, sehingga di plot 5 ini bisa dikatakan rimbun dan sejuk. Plot 6 banyak tumbuh pohon-pohon besar, yaitu pohon jati, pohon besar lainnya seperti trembesi, dan tumbuhan semak yang mendominasi tempat tersebut, sehingga udaranya dingin di tempat ini. Pada plot 7 banyak tumbuh tumbuhan semak yang mendominasi dan plot 7 berada di pinggir jalan pintu masuk Taman Nasional Alas Purwo, dan udara panas di sini karena pepohonan besar hanya pohon jati dan tumbuhnya juga berjarak, dan jarang juga tumbuhan besar yang lain yang menaungi. Bukan hanya pepohonan dan tanaman yang hidup di setiap plot tetapi beberapa binatang juga hidup di sana yaitu semut, burung, serangga lainnya yang membantu proses persebarab spora tanaman paku, bukan hanya binatang kecil tapi binatang besar pun hidup di sana, misalnya Banteng, Rusa, babi hutan dan binatang yang lain yang dapat merusak tumbuhan paku tersebut yang digunakan sebagai bahan makanan mereka menurut info yang didapatkan dari Kepala Resort Rowobendo Bapak Sudiro.

1. Deskripsi Tumbuhan Paku

a. *Stenochlaena palustris* (Burm.f.) Bedd

Stenochlaena palustris (Burm.f.) Bedd memiliki akar serabut menjalar, batangnya menjalar berwarna hijau kecoklatan dengan diameter 0,5-1cm. Daun majemuk berwarna hijau berbentuk linear dengan masing-masing ujung mengecil atau meruncing. Sorus terletak di bawah daun berbentuk bulat dengan warna kecoklatan (Kinho, 2009). Tumbuhan paku ini bisa dimanfaatkan sebagai obat diare, dengan cara daun muda direbus kemudian dimakan (Boon, 1999).

b. *Thelypteris* sp.

Thelypteris sp. merupakan tumbuhan paku yang memiliki habitat hidup pada tumbuhan lain atau paku epifit, berupa tumbuhan herba yang memiliki akar serabut. Akar terletak di sepanjang bagian bawah rimpang yang menjalar, akar monopodial tidak bercabang, batang berupa rimpang yang tumbuhnya menjalar, permukaan batang memiliki ramenta (seperti rambut atau sisik) berwarna kecoklatan, termasuk daun tunggal dengan tangkai daun melekat pada rizhoma yang melilit pada tanaman inang (Maratus dan Minarno, 2012).

c. *Christella* sp. (I)

Christella sp.(II) merupakan tumbuhan paku teresterial berhabitus herba, tingginya kurang lebih 70 cm, batang berupa rizhoma yang di tutupi oleh sisik berwarna coklat, daunnya tersusun majemuk menyirip gasal dengan bentuk daun memanjang, daun berbentuk lanset, permukaan halus berambut dengan pangkal tumpul, tepi bergerigi dengan ujung meruncing.

d. *Cyclosorus* sp.

Cyclosorus sp. Merupakan tumbuhan teresterial di tempat terbuka dan juga ada yang tumbuh di bawah naungan, memiliki akar rimpang berserabut, batang rizhome dan tumbuhnya tegak, daun berwarna hijau, daun majemuk dengan kedudukan anak daun berselang seling, memiliki sorus yang letaknya berada di bawah daun, bergerombol menutupi seluruh tepi anak daun, warna sorus kuning keemasan (Kinho, 2009).

e. *Christella* sp (II)

Christella sp (II) merupakan paku terestrial berhabitus herba, tinggi kurang lebih 90cm. Batang berupa rizome didalam tanah, daunnya tersusun majemuk menyirip gasal dengan bentuk daun memanjang, susunan anak daunnya berhadapan bersilang berbentuk lanset, permukaan halus berambut dengan pangkal tumpul, tepi bergerigi ujungnya meruncing, daun berwarna hijau tua sampai hijau kecoklatan.

f. *Christella* sp. (III)

Christella sp. (III) merupakan tumbuhan paku teresterial berhabitus herba, batang berupa rizhome yang ditutupi oleh sisik berwarna coklat, daunnya tersusun majemuk menyirip gasal dengan bentuk daun memanjang, permukaan daun di bagian atas halus dengan pangkal tumpul, tepi bergerigi kasar ujungnya meruncing, dan permukaan bawahnya kasar daun berwarna hijau tua.

g. *Christella dentata* (forssk) Brownsey & Jermi

Christella dentata (forssk) Brownsey & Jermi, memiliki

akar serabut bercabang-cabang secara dikotom, memiliki batang yang tumbuh diatas permukaan tanah dengan percabangan lateral (monopodial) tidak bercabang, permukaan memiliki sisik berwarna coklat, batang berair saat muda (terlihat pada batang ental), berkayu setelah batang dewasa. Tinggi tumbuhan 70cm, spora terletak pada permukaan bawah daun. Tumbuhan paku ini dimanfaatkan sebagai obat tradisional, sebagai antimikroba yaitu mempunyai potensi untuk melawan *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* dan *Staphylococcus aureus* (Wahyuni, 2013).

h. *Lygodium circinnatum* (Burm.f.) Sw.

Lygodium circinnatum (Burm.f.) Sw. banyak dijumpai didataran rendah, hingga ketinggian 1500m, memiliki akar rimpang yang menjalar di tanah dan berdaging, daun membelit tumbuhan lain didekatnya, tumbuh di tempat terbuka karena paku jenis ini menyukai sinar matahari. Susunan daun menyirip dengan bentuk menjari 2-5. Paku ini bercabang 2 dan setiap percabangan bercabang lagi 2. Tepi daun bergerigi. Di Lumajang, batang yang tua digunakan sebagai kerajinan tangan, disamping itu daunnya dapat digunakan untuk menyembuhkan luka-luka (Wahyuni, 2013). di gunakan sebagai obat penawar racun laba-laba, gigitan ular, lipan, sengatan hewan air (Departemen Kehutanan dan Perkebunan, 2000).

i. *Neprolephis cardifolia* (L.) Pr

Neprolephis cardifolia (L.) Pr ditemukan didaerah tropis, populasi alaminya ditemukan didaerah barat laut Himalaya, *Neprolepis cordifolia* bisa dimanfaatkan untuk dekorasi

dan tanaman hias. Rimpang berdiri tegak dan sering ditunjang oleh akar-akar yang panjang dan keras, permukaan batang terdapat sisik. Hidup bergerombol merumpun dengan tinggi mencapai 30cm

j. *Acrostichum aureum* (L.) Mett (I)

Acrostichum aureum (L.) Mett (I) Tumbuhan paku terestrial, memiliki tinggi kurang lebih 2-3m batangnya berupa rhizome, keras, berdaging dan terdapat sisik-sisik berwarna coklat, daun majemuk menyirip gasal berbentuk lanset dengan susunan anak daun berseling, anak daun berbentuk lanset, pangkalnya oval sampai runcing, bertepi rata, ujungnya berlekuk, daun mudanya berwarna kemerahan dan terdapat duri pada tangkai daunnya (Puspayanti *et al*, 2003). Dimanfaatkan sebagai obat bisul (LIPI, 1980), sembelit, sakit tenggorokan, sesak nafas, luka, menjaga kesehatan kehamilan, penyakit kaki gajah (elephantiasis) (Baltrushes, 2006), dan yang masih muda pada bagian pucuknya dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan menurut kepala Resort Rowobendo.

k. *Acrostichum aureum* (L.) Mett (II)

Acrostichum aureum (L.) Mett (II) yang tumbuh di hutan bakau dan di lahan basah lainnya yang dapat beradaptasi di habitat terestrial (Thomas, 2012) memiliki tinggi kurang lebih 2-3m batangnya berupa rhizome, keras, berdaging dan terdapat sisik-sisik berwarna coklat, daun majemuk menyirip gasal berbentuk lanset dengan susunan anak daun berseling, anak daun berbentuk lanset, pangkalnya oval sampai runcing, bertepi rata, ujungnya berlekuk, daun yang steril terletak dibawah, daun mudanya

berwarna kemerahan dan terdapat duri pada tangkai daunnya, Sorus terletak di seluruh permukaan bawah daun fertil dengan warna coklat tua (Puspayanti *et al*, 2003). Digunakan sebagai obat tradisional, berpotensi mengandung fitokimia antibakteri (Thomas, 2012),

l. *Pytirogramma calomelanos* (L.) Link

Pytirogramma calomelanos (L.) Link Asalnya dari Amerika wilayah tropis, kini menyebar ke Asia wilayah tropis. Hidup didaerah terbuka, tempat berbatu-batu, lereng-lereng bukit, bekas-bekas tembok tua juga ditepi-tepi sungai. Tumbuhan yang masih muda seluruh daunnya tertutup oleh sejenis tepung berwarna putih atau putih kekuningan, dan pada saat daun sudah dewasa tepung tersebut hanya ditemukan pada permukaan daun bagian bawah saja. Rumpunnya kecil tetapi mempunyai daun yang banyak. Pada rimpang tersebut terdapat sisik berwarna coklat. Tangkai daun hitam, bersisik pada pangkalnya dan bagian yang tak bersisik mengkilat Sporanya menyebar di bawah permukaan daun, Paku ini digunakan sebagai tanaman hias namun orang jarang menggunakannya (Lembaga Biologi Nasional, 1979).

m. *Pteris vitata* Linn.

Pteris vitata Linn. berakar serabut, merupakan tanaman paku herba, hidup di tanah, dinding-dinding bangunan dari bahan semen, bebatuan. Daun tumbuhan berwarna hijau. Bentuk daunnya memanjang, bertepi rata, ujung daun setengah meruncing, daun berhadapan bersilang, permukaan daun kasar, termasuk daun majemuk menyirip, saat masih muda kuncup daunnya

menggulung. Tangkainya panjang pada permukaan terdapat rambut-rambut halus berwarna coklat. Spora terdapat disepanjang daun, fungsinya untuk menyerap daya arzenat terbanyak yang dapat menyerap racun atau zat berbahaya yang terkandung di dalam bumi (Francesconi, 2001)

n. *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.

Diplazium esculentum (Retz.) Sw. memiliki akar serabut, batang tumbuh tegak berwarna hijau, memiliki permukaan licin terdapat sisik, tinggi sekitar 90-130cm, Anak daunnya bundar tumpul dengan tulang daun yang membentuk lekukan. Anak daun yang terujung mempunyai ujung yang lancip, daun berwarna hijau. sorus terdapat dibagian bawah daun, dimanfaatkan sebagai sayuran, dapat digunakan sebagai obat menurunkan panas badan, dapat juga digunakan sebagai obat setelah bersalin (Lemabaga Biologi Nasional, 1979).

o. *Athyrium esculentum* (Retz.) Sw.

Athyrium esculentum (Retz.) Sw. memiliki akar serabut berwarna coklat kehitaman, Batangnya tumbuh tegak, memiliki anak daun yang tidak bertangkai, daun berwarna hijau. Tumbuhan ini memiliki tinggi kurang lebih sekitar 90-130cm. Sorus terdapat dipermukaan bawah daun berbentuk seperti garis berwarna coklat. berhabitus ditempat lembab tetapi tidak tergenang air, ditemukan di sekitar rawa, dimanfaatkan sebagai sayur khususnya pada tumbuhan yang masih muda dapat dimakan (Taufiqurrahman, 2011).

p. *Asplenium nidus* L

Asplenium nidus L tumbuhan paku epifit yang hidup dibawah

naungan yang menempel pada tumbuhan inangnya, batang tidak nyata karena menyatu dengan tulang daun, daunnya tunggal, berwarna hijau, ujung daun meruncing, tepinya rata dengan permukaan yang berombak dan mengkilat. Letak daun melingkar berbentuk keranjang (sarang burung), memiliki sorus melekat pada garis-garis anak tulang daun yang terdapat dibawah daun berwarna coklat muda dan berbentuk bangun garis. Bermanfaat sebagai tanaman hias (Kinho, 2009), sebagai obat penyubur rambut, demam, sakit kepala, kontrasepsi, gigitan atau sengatan hewan berbisa (Baltrushes, 2006).

q. *Drynaria sparsisora* Moore

Drynaria sparsisora Moore tumbuhan paku epifit yang menempel pada inang, batang menjalar, akarnya tinggal atau rimpang, daunnya tunggal, lonjong tepi bertoreh tajam, pertulangan menyirip berwarna hijau. Memiliki spora berbentuk bulat, menempel di permukaan bawah daun dan letaknya tersebar berwarna coklat. bermanfaat sebagai obat sakit mata dan untuk obat diare. Akar dan daun tumbuhan ini mengandung kardenofin, flavonoida, dan polifenol (Hovenkamp, 1998).

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian dan dilakukan identifikasi, diketahui hasil inventarisasi tumbuhan paku di pos Rowobendo-Ngagelan Taman Nasional Alas Purwo dan dilakukan identifikasi di LIPI Kebun Raya Purwodadi didapatkan hasil yaitu: 1 Divisi yaitu: Pteridophyta; 1 Kelas Pteropsida; 8 Famili yaitu: *Blechnaceae*, *Thelypteridaceae*, *Schizaeaceae*, *Nephrolepidaceae*, *Pteridaceae*, *Woodsiaceae*, *Aspleniaceae*, *Polypodiaceae*; 13 Genus

yaitu: *Stenochlaena*, *Thelypteris*, *Christella*, *Cyclosorus*, *Lygodium*, *Neprolephis*, *Acrostichum*, *Pytirogramma*, *Pteris*, *Diplazium*, *Athyrium*, *Asplenium*, *Drynaria*; dan 17 Spesies yaitu: *Stenochlaena palustris* (Burm.f.) Bedd; *Thelypteris* sp; *Lygodium circinnatum* (Burm.f.) Sw; *Neprolephis cordifolia* (L.) Pr; *Christella* sp., *Acrostichum aureum* (L.) Mett; *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw; *Acrostichum aureum* (L.) Mett; *Pytirogramma calomelanos* (L.) Link; *Pteris vitata* Linn; *Asplenium nidus* L; *Athyrium esculentum* (Retz.) Sw; *Cyclosorus* sp; *Christella* sp; *Christella* sp; *Christella dentata* (Forssk.) Brownsey & Jermy; *Drynaria sparsisora* Moore.

DAFTAR RUJUKAN

- Arini, Dwi, D, I, dan Kinho, Julianus. 2012. Keragaman Jenis Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*) Di cagar Alam Gunung Ambang Sulawesi Utara. Balai Penelitian Kehutanan. Manado
- Baltrushes, N. 2006. *Medical Ethnobotany, Phytochemistry, and Bioactivity of the Ferns of Mooera, French Polynesia*. (Online). <http://ucjeps.berkeley.edu/mooera/Baltrushes2006.pdf>. Diakses 10 Oktober 2016
- Departemen Kehutanan dan Perkebunan. 2000. *Inventarisasi, Identifikasi dan Pemetaan Potensi Wanafarma Propinsi Jawa Timur*. Tidak dipublikasikan. Laporan Akhir. Bogor: Direktorat Pengembangan Aneka Usaha Kehutanan.
- de Winter, W.P. and V.B. Amorosa (eds.). 1992. *Plant Resources of South East Asia No.15 (2). Ferns and Fern Allies*. Bogor: Prosea.
- Francesconi, Kevin et al. 2001. *Arsenic species in an arsenic hyperaccumulating fern, Pityrogramma calomelanos: a potential phytoremediator of arsenic-contaminated soils*. Austria: Karl-Franzens University Graz.
- Hartini, S. 2006. Tumbuhan Paku di Cagar Alam Sago Malintang, Sumatera Barat dan Aklimatisasinya di Kebun Raya Bogor. *BIODIVERSITAS*, 7(3), Halaman: 230-236. Pusat Konservasi Tumbuhan-Kebun Raya Bogor, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Bogor
- Holttum, R.E. 1966. *A Revised Flora of Malaya. Vol.II. Ferns of Malaya*. Singapore. Authority Government Printing Office.
- Holttum, R.E. 1972. *Cyatheaceae in Flora Malesiana*. Vol. 6, Serie II. Groningen: Wolters-Noordhoff Publishing
- Hoshizaki, B.J. and R.C. Moran. 2001. *Fern Grower's Manual*. Revised and Expanded Edition. Portland, Or.: Timber Press.
- Hovenkamp, P.H., M.T.M. Bosman, E. Hennipman, H.P. Nootebom, G. Rodlinder, and M.C. Roos. 1998. *Polypodiaceae in Flora Malesiana Vol. 3 Series II - Ferns and Fern Allies*. Leiden: Rijksherbarium.
- Jones, D.L.1987. *Encyclopaedia of Ferns*. London: British Museum of Natural History.
- Jamsuri. 2007. Keanekaragaman Tumbuhan Paku di Sekitar Curug Cikaracak, Bogor, Jawa Barat. Skripsi Tidak Diterbitkan. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Khoiriyah, M. 2004. *Inventarisasi Paku-Pakuan (Pteridophyta) Sebagai Sumber Belajar di Kawasan Coban Rondo Malang*. (Online), <http://library.gunadarma.ac.id/go.php?id=jiptumm-gdl-s1-2004-miftahulkh-2136>
- Kinoh, Julianus. 2009. *Mengenal Beberapa Jenis Tumbuhan Paku Di Kawasan Hutan Payahe Taman Nasional*

- Aketajawe Lolobata Maluku Utara*. Balai Penelitian Kehutanan. Manado.
- Kurniawati, E, Wisanti, Fida Rachmadiarti. 2016. Keanekaragaman Pteridophyta di Kawasan Hutan Wisata Air Terjun Girimanik Kabupaten Wonogiri. *Lentera Bio*, 5(1) Januari 2016: 74-78
- Lembaga Biologi Nasional. 1979. *Jenis Paku Indonesia*. Jakarta: PN Balai Pustaka.
- LIPI. 1980. *Jenis Paku Indonesia*. Bogor: Balai Pustaka
- Patria, N, K; Fauzi, M; Pudjiadi; Masudah; Sulastini, D; Suryaningsih, R. 2003. *Buku Informasi Taman Nasional Alas Purwo. Banyuwangi: Direktorat Jendral Perlindungan dan Konservasi Alam*. Departemen Kehutanan dan Perkebunan.
- Puspitayanti, N M, Tellu, H A T, dan Suleman, S M. 2013. *Jenis-jenis Tumbuhan Mangrove Di Desa Lebo Kecamatan Parigi Moutong dan Pengembangannya Sebagai Media Pembelajaran*. *E-jipbiol* Vol 1: 1-9
- Romaidi, Maratus, S, dan Minarno, B, E. 2012. *Jenis-jenis Paku Epifit dan Tumbuhan Inangnya Di Tahura Ronggo Soeryo Cangar*. *El-Hayah* Vol 3. Malang.
- Suraida, Susanti, T, Amriyanto, R. 2013. Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Taman Hutan Kenali Kota Jambi. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung, (online),
- Taufiqurrahman. A. N. 2011. Inventarisasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Wisata Air Terjun Tirta Kemanten, Kecamatan Kalibaru, Kabupaten Banyuwangi Sebagai Sumber Belajar Biologi. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Jember: Universitas Jember.
- Thomas, Toji. 2012. *In Vitro Evaluation Of Antibacterial Activity Of Acrostichum aureum Linn. Post Graduated and Research Departement Of Botany*. India
- Tjitrosoepomo, Gembong. 1991. *Taksonomi Tumbuhan (Schyzophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta)*. Yogyakarta: Gadjah mada University press.
- Wahyuni, Tri. 2013. Identifikasi dan Inventarisasi Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Wisata Taman Botani Sukorambi Jember Sebagai Buku Suplemen Biologi SMA. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Jember: Universitas Jember

PENGARUH ZAT PENGATUR TUMBUH TERHADAP MULTIPLIKASI TUNAS DAN BAHAN PENYANGGA PADA PEMBENTUKAN *PLANTLET* KANTONG SEMAR ADRIANII (*NEPENTHES ADRIANII*) DENGAN KULTUR *IN VITRO*

Egi Nuryadin¹⁾, Sugiyono²⁾, Elly Proklamasingih³⁾

¹⁾Jurusan Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya.

²⁾Program Studi Ilmu Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, PURWOKERTO.

³⁾Program Studi Ilmu Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, PURWOKERTO.

Email : egi.nuryadin@unsil.ac.id

Abstract-*Nepenthes adrianae* (a carnivorous plant) is an endemic carnivorous plant of Mount Slamet, which is listed on appendix I and II of the convention on international trade of endangered species (CITES) (2003) and considered as nearly extinct and rare. Considering the enormous potential of this plant, conservation efforts are needed to both preserve and propagate it. The biotechnology application such as tissue culture or *in-vitro* culture is considered to be the best available mean plant conservation. The *in vitro* culture is used for both shoot multiplication and *plantlet* formation. The objectives of this study were to: 1) study the influence of the interaction between BAP and NAA on shoot multiplication; 2) determine the best the concentrations of BAP and NAA to stimulate shoot multiplication; 3) study the influence of supporting materials and NAA concentration on *plantlet* formation of carnivorous plant (*Nepenthes adrianae*); and 4) to determine the best supporting material and NAA concentration to stimulate *plantlet* formation of carnivorous plant (*Nepenthes adrianae*). This research has been carried out experimentally. This research consisted of 2 stages i.e. shoot multiplication and *plantlet* formation. The purpose of the multiplication stage was to multiply the shoot, whereas the objective of *plantlet* formation stage was to produce true plants. During the multiplication stage, a Completely Randomised Design on a two factors factorial pattern was used. The first factor was BAP concentrations with 4 levels i.e. 0 μ M, 5 μ M, 10 μ M, and 15 μ M. The second factor was NAA concentration with 4 levels i.e. 0 μ M, 0,5 μ M, 1 μ M, and 1,5 μ M. A Split Plot Design was used on the *plantlet* formation stage. The main plot were explant supporting materials (P) i.e. agar and filter paper bridge. The sub plot were NAA concentrations i.e. 0 μ M, 5 μ M, 10 μ M, and 15 μ M. The parameters measured in shoot multiplication were the emergence of shoot, leaf, and root; the number of shoots, leaves and roots. The parameters measured in the *plantlet* formation were the number of shoots, leaves, and roots, the longest leaf and root and plant height. The data obtain were analysed using an analysis of the variance on 95 % level of confidence followed by Honestly Significant Difference test to determine the difference between treatments. The research results showed 10 μ M BAP and 0.5 μ M NAA was found to be the best treatment for shoot multiplication. Moreover, during the *plantlet* formation stage, the use of a filter paper and media supplemented with 5 μ M and 10 μ M NAA resulted in the best *plantlet* formation.

Keywords: *Nepenthes adrianae*, multiplication of shoots, the formation of *plantlet*.

Abstrak-*Nepenthes adrianae* (Kantong Semar) merupakan tanaman endemik khas Gunung Slamet, termasuk dalam Convention on International Trade of Endangered Species (CITES) terdapat apendiks I (Tahun 2003) dan II yaitu tanaman ini tergolong hampir punah dan langka. Mengingat besarnya potensi yang dimiliki tanaman ini, maka perlu adanya upaya konservasi untuk mengembangkan dan melestarikannya. Penerapan bioteknologi kultur jaringan atau kultur *in vitro* merupakan solusi yang tepat untuk melestarikan dan mengembangkan tanaman ini. Kultur *in-vitro* digunakan untuk multiplikasi tunas dan pembentukan *plantlet*. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mempelajari pengaruh interaksi BAP dan NAA pada multiplikasi tunas; 2) menentukan konsentrasi interaksi BAP dan NAA yang paling baik untuk memacu multiplikasi tunas; 3) mempelajari pengaruh bahan penyangga eksplan dan NAA pada pembentukan *plantlet* kantong semar (*Nepenthes adrianae*); dan 4) menentukan jenis bahan penyangga eksplan dan konsentrasi zat pengatur tumbuh NAA yang paling baik untuk memacu pembentukan *plantlet* kantong semar (*Nepenthes adrianae*). Metode yang digunakan adalah

metode eksperimental, penelitian ini terdiri atas 2 tahap yaitu multiplikasi tunas dan pembentukan plantlet. Tujuan penelitian pada tahap multiplikasi tunas adalah untuk memperbanyak tunas dan tujuan penelitian pada tahap pembentukan plantlet adalah untuk mendapatkan tanaman kecil yang sejati. Tahap Multiplikasi Tunas menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan 2 faktor. Faktor I adalah konsentrasi BAP yang terdiri dari 4 taraf yaitu 0 μM , 5 μM , 10 μM , dan 15 μM , Faktor II konsentrasi NAA yang terdiri dari 4 taraf yaitu yaitu 0 μM , 0,5 μM , 1 μM , dan 1,5 μM . Tahap Pembentukan Plantlet menggunakan Rancangan Petak Terpisah (Split Plot Design) sebagai petak utama adalah bahan penyangga eskplan (P) yaitu: agar dan jembatan kertas saring, sedangkan sebagai anak petak adalah konsentrasi NAA yang terdiri dari 4 taraf yaitu 0 μM , 5 μM , 10 μM , dan 15 μM . Parameter yang diukur dalam multiplikasi tunas yaitu waktu muncul tunas, waktu muncul daun, waktu muncul akar, jumlah tunas, jumlah daun dan jumlah akar. Parameter yang diukur dalam pembentukan plantlet yaitu jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, daun terpanjang, akar terpanjang dan tinggi tanaman. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis Ragam (Anova : Analysis of Variance) dengan tingkat kepercayaan 95%. Pengujian F menunjukkan hasil sangat nyata kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahap multiplikasi tunas terbaik didapat pada perlakuan interaksi BAP 10 μM dan NAA 0,5 μM . Tahap Pembentukan plantlet terbaik di dapat pada perlakuan interaksi bahan penyangga jembatan kertas saring dengan zat pengatur tumbuh NAA 5 μM dan 10 μM .

PENDAHULUAN

Nepenthes merupakan tanaman hias yang telah dikenal cukup lama. Dalam bahasa Indonesia, tanaman ini dikenal dengan sebutan kantong semar karena memiliki kantong seperti perut semar yang buncit. *Nepenthes* di beberapa daerah mempunyai sebutan yang berbeda-beda misalnya di Riau disebut periuk monyet, di Jawa Barat disebut raja mantri, dan di Bangka disebut ketakung dan ketuyut. (Purwanto, 2007)

Nepenthes mempunyai keunikan yaitu penampilan yang eksotis karena dari ujung daun muncul kantong dengan corak serta warna beragam. Berbagai macam variasi kantong mulai dari bentuk, ukuran, motif dan warnanya menyebabkan tanaman ini disebut sebagai kantong semar dan masyarakat internasional menyebutnya sebagai *the exotic pitcher plant* atau pemanjat yang eksotis karena sifat pertumbuhan di dalamnya dengan cara memanjat (Purwanto, 2007). *Nepenthes* juga mempunyai potensi sebagai pengendali hayati serangga dan tanaman obat. (Mansur, 2006; Purwanto, 2007; 2007; Eilenberg *et al*, 2010).

Nepenthes di Indonesia termasuk tanaman langka dan tanaman yang dilindungi salahsatunya *Nepenthes*

adrianae yang merupakan tanaman endemik khas Gunung Slamet. *Nepenthes adrianae* termasuk dalam *Convention on International Trade of Endangered Species* (CITES) terdapat apendiks I (Tahun 2003) dan II yaitu tanaman ini tergolong hampir punah dan langka (Direktorat Budidaya Tanaman Hias, 2006). Tanaman yang termuat di dalamnya merupakan jenis-jenis yang telah terancam punah (*endangered*) sehingga perdagangan internasional spesimen yang berasal dari habitat alam harus dikontrol dengan ketat dan hanya diperkenankan untuk kepentingan non komersial tertentu dengan izin khusus.

Mengingat besarnya potensi yang dimiliki tanaman ini, maka perlu adanya upaya konservasi untuk mengembangkan dan melestarikannya. Untuk mengurangi tingkat erosi genetik, tanaman kantong semar perlu pula dibudidayakan secara baik. Teknik budidaya kantong semar secara konvensional masih terbatas. (Direktorat Budidaya Tanaman Hias, 2006).

Penerapan bioteknologi dengan kultur *in-vitro*, yang mempunyai kelebihan yaitu waktu yang cukup singkat, tidak memerlukan lahan yang luas, dan efisien dalam hal tenaga maupun biaya serta

didapatkannya tanaman setiap saat sesuai dengan apa yang kita inginkan karena faktor lingkungan dapat dikontrol, sangat prospektif untuk dicoba (Purwanto, 2007). Penerapan bioteknologi kultur jaringan atau kultur *in vitro* merupakan solusi yang tepat untuk melestarikan dan mengembangkan tanaman kantong semar, karena dalam teknik kultur *in vitro* hanya diperlukan sedikit bagian tanaman sebagai eksplan awal sehingga tidak mengganggu keberadaan tanaman dilapang, dan dalam waktu yang cukup singkat dapat diperoleh bibit tanaman (*plantlet*) yang unggul dalam jumlah yang relatif banyak.

Pembentukan *plantlet* dalam kultur *in vitro* dimulai dengan terbentuknya tunas yang diikuti dengan pembentukan akar. Salah satu faktor yang sangat berpengaruh pada pembentukan *plantlet* dalam kultur *in vitro* adalah zat pengatur tumbuh yang digunakan. Zat pengatur tumbuh yang biasa digunakan untuk multiplikasi tunas dan pembentukan *plantlet* adalah zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin dan auksin. Menurut Zulkarnain (2009) pemberian auksin atau sitokinin merupakan tindakan yang sangat penting dalam mengatur pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel, serta pembentukan organ tanaman di dalam kultur *in vitro*.

Penelitian kultur *in vitro* pada tanaman kantong semar masih jarang dilakukan. Beberapa penelitian terkait dengan kultur *in vitro* tanaman kantong semar antara lain pernah dilakukan oleh Alitalia, 2008; Iqwal, 2008; Darmayanti *et al.*, 2010; dan Dinarti *et al.*, 2010. Namun demikian upaya menghasilkan *plantlet* yaitu tanaman kecil dengan akar, batang, dan daun yang sempurna dengan menggunakan beberapa media dan komposisi zat pengatur tumbuh, tidak

memberikan hasil yang maksimal. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dikaji mengenai interaksi zat pengatur tumbuh BAP dan NAA pada multiplikasi tunas dan pembentukan *plantlet* kantong semar (*Nepenthes adrianae*). Penelitian ini terdiri dari dua tahapan penelitian multiplikasi tunas dan pembentukan *plantlet*.

MATERI DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain botol kultur, timbangan analitik, *beaker glass*, gelas ukur, botol Duran, Erlenmeyer, *hot plate magnetic stirrer*, pH meter, pipet, aluminium foil, autoklaf, *Laminar Air Flow (LAF) Cabinet*, bunsen, *fridge*, rak kultur, pinset, skalpel, *cling film*, kertas label, dan *hand sprayer*. Bahan-bahan yang digunakan yaitu biji *Nepenthes adrianae*, media Murashige dan Skoog (MS-1962), casein hidrolizate, sukrosa, agar, *sterile distilled water* (sdw), akuades, pupuk *seedling* cair PSA, alkohol 70% dan 96%, HgCl_2 0,2%, zat pengatur tumbuh 6-benzyl aminopurine (BAP) dan α -naphthalenacetic acid (α -NAA).

Penelitian yang dilaksanakan merupakan penelitian eksperimental, terdiri atas 2 tahap yaitu multiplikasi tunas dan pembentukan *plantlet* dengan rancangan percobaan sebagai berikut :

1. Tahap multiplikasi tunas

Percobaan dilakukan dengan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola perlakuan faktorial. Faktor I adalah konsentrasi BAP yang terdiri dari 4 taraf yaitu B1 0 μM , B2 5 μM , B3 10 μM dan B4 15 μM . Faktor II adalah konsentrasi NAA yang terdiri dari 4 taraf yaitu N1 0 μM , N2 0,5 μM , N3 1 μM dan N4 1,5 μM . Kombinasi perlakuan ada 16 perlakuan seperti pada tabel 1 berikut: Tabel 1 Kombinasi Perlakuan pada Multiplikasi Tunas

B_1N_1	B_2N_1	B_3N_1	B_4N_1
B_1N_2	B_2N_2	B_3N_2	B_4N_2
B_1N_3	B_2N_3	B_3N_3	B_4N_3
B_1N_4	B_2N_4	B_3N_4	B_4N_4

Masing-masing kombinasi perlakuan diulang 3 kali, sehingga diperoleh 48 unit percobaan.

2. Pembentukan *Plantlet*

Percobaan dilakukan dengan metode eksperimental dengan Rancangan Petak Terpisah (Split Plot Design). Sebagai petak utama adalah bahan penyangga eskplan (P) yaitu: agar dan kertas saring. Sedangkan sebagai anak petak adalah konsentrasi NAA yang terdiri dari 4 taraf yaitu 0 μ M, 5 μ M, 10 μ M, dan 15 μ M. Kombinasi perlakuan ada 8 perlakuan seperti pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 Kombinasi Perlakuan pada Pembentukan *Plantlet*

Perlakuan	Ulangan			
	I	II	III	IV
P1 (0,8% Agar)	N_1	P_1N_1	P_1N_1	P_1N_1
	N_2	P_1N_2	P_1N_2	P_1N_2
	N_3	P_1N_3	P_1N_3	P_1N_3
	N_4	P_1N_4	P_1N_4	P_1N_4
P2 (Jembatan kertas saring)	N_1	P_2N_1	P_2N_1	P_2N_1
	N_2	P_2N_2	P_2N_2	P_2N_2
	N_3	P_2N_3	P_2N_3	P_2N_3
	N_4	P_2N_4	P_2N_4	P_2N_4

Masing-masing kombinasi perlakuan diulang 3 kali, sehingga diperoleh 24 unit percobaan. Variabel yang diamati adalah multiplikasi tunas dan pembentukan *plantlet Nepenthes adrianae*.

- a. Parameter yang diukur dalam multiplikasi tunas yaitu waktu muncul tunas, waktu muncul akar, jumlah tunas, jumlah daun dan jumlah akar.

- b. Parameter yang diukur dalam pembentukan *plantlet* yaitu jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, daun terpanjang, akar terpanjang dan tinggi tanaman.

3. Prosedur Kerja

Tahap Multiplikasi Tunas terdiri dari Penyiapan biji, sterilisasi alat dan bahan, pembuatan media VW untuk perkecambahan, pembuatan larutan stok zat pengatur tumbuh, perkecambahan biji didalam *laminar air flow*, pembuatan media $\frac{1}{2}$ MS, pembuatan media perlakuan untuk multiplikasi tunas. Tunas yang berasal dari biji kira-kira panjangnya 0,7cm ditanam didalam botol, dan hasilnya disubkultur pada media terbaik.

Tahap Pembentukan *Plantlet* terdiri dari pembuatan media perlakuan untuk pembentukan *plantlet*, tunas hasil sub kultur masing-masing mempunyai dua daun ditanam di dalam media pembentukan *plantlet* yaitu media $\frac{1}{2}$ MS dengan perlakuan penyangga 0,8% agar dan jembatan kertas saring masing masing 1 tunas/botol.

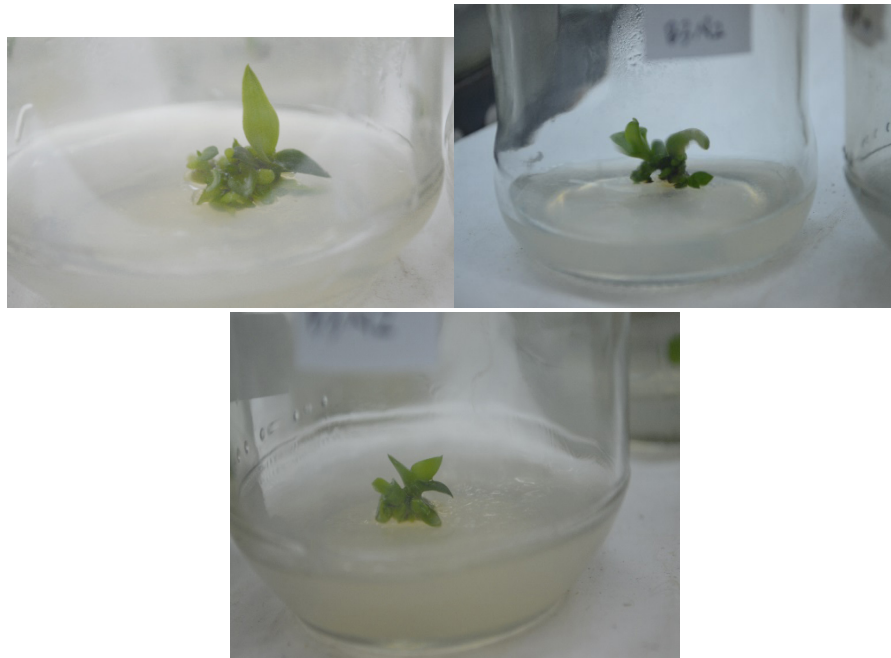
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Interaksi BAP dan NAA terhadap Rata-rata Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Jumlah Akar pada Multiplikasi Tunas Selama 7 Minggu

Gambaran eksplan yang tumbuh pada tahap multiplikasi tersaji pada Gambar 1, sementara hasil analisis ragam dan uji beda nyata pengaruh perlakuan terhadap rata-rata jumlah tunas, jumlah daun dan jumlah akar pada tahap multiplikasi tunas selama 7 minggu. menunjukkan bahwa interaksi antara BAP dan NAA berpengaruh nyata pada jumlah tunas dan akar yang terbentuk, dan tidak berpengaruh nyata pada parameter jumlah daun yang terbentuk. Pembentukan daun sangat

dipengaruhi oleh faktor mandiri BAP dan NAA. Lebih lanjut, data pada Tabel 3 juga menunjukkan bahwa perlakuan B₃N₂ (10 μM BAP dan 0,5 μM NAA)

merupakan perlakuan paling baik untuk meningkatkan jumlah tunas dan akar *Nepenthes adrianae* dalam kultur *in vitro*.



Gambar 1. Gambaran pertumbuhan eksplan pada tahap multiplikasi

Tabel 3. Interaksi BAP dan NAA terhadap Rata-rata Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Jumlah Akar pada Multiplikasi Tunas Selama 7 Minggu

Data	Jumlah Tunas	Jumlah Daun	Jumlah Akar
F hit B	13.17 **	4.30 *	4.07 *
F tab 5%	2.9	2.9	2.9
B1	0.8332 c	1.4166 b	0.9285 b
B2	1.3691 b	1.8333 a	1.1073 ab
B3	2.0119 a	1.7501 ab	1.1668 a
B4	1.4403 b	1.7501 ab	0.9404 ab
F hit N	2.85	8.50 **	7.84 **
F tab 5%	2.9	2.9	2.9
N1	1.7023	1.4286 c	0.7974 b
N2	1.4047	1.8333 ab	1.1430 a
N3	1.1546	1.9763 a	1.1549 a
N4	1.3929	1.5120 bc	1.0477 a
F hit BXN	2.20 *	2.06	2.23 *
F tab 5%	2.19	2.19	2.19
B1N1	0.7140 bc	0.9523	0.6663 bc
B1N2	0.8093 bc	1.714	1.0000 abc
B1N3	0.6187 c	1.619	1.1430 abc
B1N4	1.1907 abc	1.381	0.9047 abc

Data	Jumlah Tunas	Jumlah Daun	Jumlah Akar
B2N1	2.0477 ab	1.619	1.0000 abc
B2N2	0.9047 bc	2	0.9523 abc
B2N3	1.2380 abc	1.9047	1.0953 abc
B2N4	1.2860 abc	1.8097	1.3813 a
B3N1	2.0953 ab	1.7143	0.9523 abc
B3N2	2.5713 a	1.9523	1.4290 a
B3N3	1.3810 abc	2.2383	1.2383 ab
B3N4	2.0000 abc	1.0953	1.0477 abc
B4N1	1.9520 abc	1.4287	0.5710 c
B4N2	1.3333 abc	1.6667	1.1907 abc
B4N3	1.3807 abc	2.143	1.1430 abc
B4N4	1.0950 bc	1.762	0.8570 abc

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada BNJ 5%

a. Jumlah Tunas

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembentukan tunas *Nepenthes adrianae* pada media $\frac{1}{2}$ MS dipengaruhi oleh interaksi antara zat pengatur tumbuh BAP dan NAA yang ditambahkan ke dalam media (Tabel 3). Data pada Tabel tersebut juga menunjukkan bahwa perlakuan B₃N₂ (10 μ M BAP dan 0,5 μ M NAA) menghasilkan jumlah tunas terbanyak 2.57 tunas/eksplan dengan waktu muncul tunas tercepat yaitu 6 hari setelah penanaman. Hasil uji regresi kuadrater BAP pada taraf N₂ didapatkan persamaan regresi $0.58553333 + 0.26477333 X - 0.01333333X^2$, dan diperoleh konsentrasi optimal 9,93 μ M BAP.

Pengaruh interaksi antara BAP dan NAA pada pembentukan tunas beberapa jenis *Nepenthes* pernah dilaporkan pula oleh Alitalia (2008), Dinarti *et al.* (2010), Harahap (2010), Sukanto *et al.* (2011), Yudhanto (2012) dan Misdayani (2014). Konsentrasi BAP terbaik pada penelitian ini maupun perhitungan konsentrasi optimal dengan regresi sedikit lebih tinggi dari hasil penelitian terdahulu. Pada beberapa penelitian terdahulu

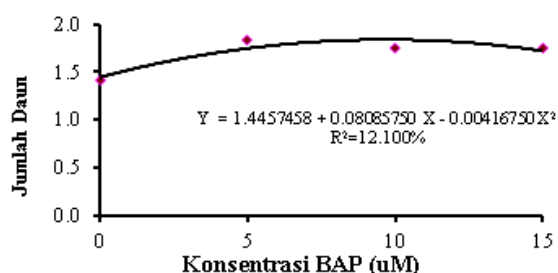
tersebut, diketahui bahwa konsentrasi BAP terbaik berkisar 1-2 ppm (setara dengan 4,44-8,88 μ M) sementara pada penelitian ini digunakan 10 μ M BAP dan perhitungan konsentrasi optimal diperoleh angka 9,93 μ M. Namun demikian konsentrasi NAA yang digunakan pada penelitian ini (0,5 μ M) lebih tinggi dari konsentrasi NAA terbaik yang pernah dilaporkan yaitu sebesar 0,2 ppm (setara dengan 1,01 μ M). Lebih lanjut, jumlah rata-rata tunas yang diperoleh pada perlakuan 10 μ M BAP dan 0,5 μ M NAA sebanyak 2.57 tunas/eksplan, lebih tinggi dari yang pernah dilaporkan oleh Alitalia (2008) yaitu sebanyak 1,6 tunas/esplan.

b. Jumlah Daun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah daun *Nepenthes adrianae* yang terbentuk pada media $\frac{1}{2}$ MS tidak dipengaruhi oleh interaksi BAP dan NAA (Tabel 3), akan tetapi dipengaruhi oleh BAP atau NAA yang diberikan secara mandiri. Hal ini berbeda dengan yang pernah dilaporkan oleh Yudhanto (2012) dan Misdayani (2014) bahwa pembentukan daun *Nepenthes mirabilis* dipengaruhi

oleh interaksi antara BAP dan NAA yang ditambahkan ke dalam media. Hasil uji beda nyata rata-rata jumlah daun akibat pemberian BAP menunjukkan bahwa perlakuan B₂ (5 µM) merupakan perlakuan terbaik dan menghasilkan rata-rata 1,83 daun/tunas. Hasil ini mirip dengan yang pernah dilaporkan oleh Alitalia (2008) dan Dinarti *et al.*, 2010, yang melaporkan bahwa jumlah daun terbanyak diperoleh pada perlakuan 1 mg/l BAP atau setara dengan 4,44 µM.

Hasil uji regresi pengaruh konsentrasi BAP pada pembentukan daun diperoleh persamaan regresi: $Y = 1.4457458 + 0.08085750 X - 0.00416750 X^2$ dengan $R^2 = 12.100\%$, dengan hasil perhitungan konsentrasi optimum BAP diperoleh angka 9.7009598 (Gambar 2). Hasil ini konsisten dengan perhitungan regresi konsentrasi BAP pada pembentukan jumlah tunas, namun sedikit lebih tinggi dari yang pernah dilaporkan oleh Misdayani (2014) yaitu sebesar 2 ppm (setara dengan 8,88 µM).

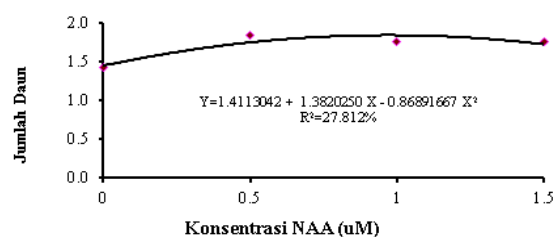


Titik Maximum = (9.7009598, 1.8379435)

Gambar 2. Hasil uji regresi pengaruh BAP pada pembentukan daun *Nepenthes adrianii*

Hasil uji beda nyata rata-rata jumlah daun akibat pemberian NAA menunjukkan bahwa perlakuan N₃ (1 µM) merupakan perlakuan terbaik dan menghasilkan rata-rata 1,98 daun/tunas. Hasil ini konsisten dengan yang pernah dilaporkan oleh

Misdayani (2014) yaitu sebesar 0,2 ppm (setara dengan 1,07 µM). Hasil uji regresi pengaruh konsentrasi NAA pada pembentukan daun diperoleh persamaan regresi: $Y = 1.4113042 + 1.3820250 X - 0.86891667 X^2$, $R^2 = 27.812\%$, dengan hasil perhitungan konsentrasi optimum BAP diperoleh angka 0.79525750 (Gambar 3).



Gambar 3. Hasil uji regresi pengaruh NAA pada pembentukan daun *Nepenthes adrianii*

c. Jumlah Akar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah akar *Nepenthes adrianii* yang ditanam pada media ½ MS dipengaruhi oleh interaksi BAP dan NAA (Tabel 3). Seperti pada parameter jumlah tunas, perlakuan B₃N₂ (10 µM BAP dan 0,5 µM NAA) menghasilkan jumlah akar terbanyak rerata 1.4290 akar/eksplan dan waktu muncul akar tercepat yaitu 8 hari setelah penanaman. Hasil uji regresi data jumlah akar diperoleh kisaran konsentrasi optimal BAP sebesar 6,79-7,03 µM dan NAA sebesar 0,92 µM.

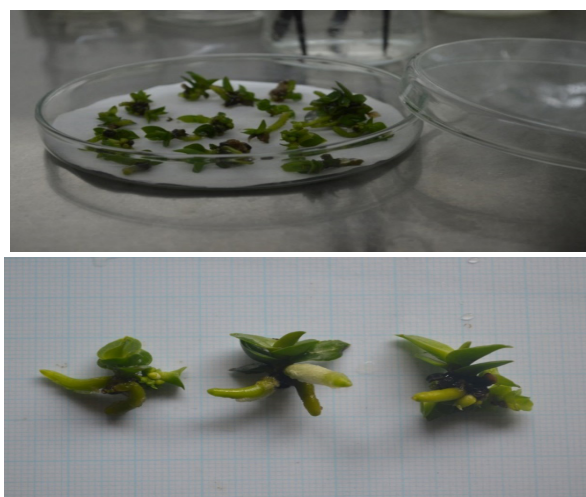
Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Alitalia (2008) bahwa hasil sidik ragam menunjukkan kombinasi pemberian BAP dan NAA memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap rata-rata jumlah akar setiap minggunya. Pengaruh yang nyata terhadap rata-rata jumlah akar diperoleh dari pemberian NAA secara tunggal. Pembentukan akar ditentukan oleh keseimbangan yang tepat antara auksin dan nutrisi. Selain dipengaruhi

pemberian auksin eksogen juga dipengaruhi oleh perbedaan genetik yang disebabkan oleh eksplan yang digunakan dan kandungan sitokinin endogennya (Sukawan, 2000).

2. Pengaruh Bahan Penyangga Eksplan dan NAA terhadap Rata-rata Jumlah Tunas, Jumlah Daun, Jumlah Akar, Rata-rata Daun Terpanjang, Akar Terpanjang, dan Tinggi Tanaman pada Pembentukan *Plantlet* Selama 7 Minggu

Gambaran *plantlet* yang terbentuk pada penelitian ini tersaji pada Gambar 4, sementara hasil analisis ragam dan uji beda nyata pengaruh bahan penyangga eksplan dan NAA terhadap rata-rata jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, rata-rata daun terpanjang, akar terpanjang, dan tinggi tanaman pada pembentukan *plantlet* selama 7 minggu tersaji pada Tabel 4. Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa interaksi antara BAP dan NAA berpengaruh nyata pada jumlah daun, jumlah akar, rata-rata daun terpanjang, akar terpanjang, dan tinggi tanaman, tetapi tidak berpengaruh terhadap parameter jumlah tunas yang terbentuk. Data pada Tabel 4 juga menunjukkan

bahwa perlakuan P₂N₂ (Jembatan kertas saring dengan penambahan 5 µM NAA) merupakan perlakuan paling baik untuk meningkatkan jumlah daun, jumlah akar, rata-rata daun terpanjang *Nepenthes adrianae* dalam kultur *in vitro*, sementara P₂N₃ (Jembatan kertas saring dengan penambahan 10 µM NAA) merupakan perlakuan paling baik untuk meningkatkan akar terpanjang, dan tinggi tanaman. Lebih lanjut, data pada tabel tersebut juga menunjukkan bahwa jembatan kertas saring lebih baik jika dibandingkan penyangga 0,8% agar.



Gambar 4. *Plantlet Nepenthes adrianae* yang terbentuk

Tabel 4. Bahan Penyangga Eksplan dengan Penambahan Zat Pengatur Tumbuh NAA terhadap Rata-rata Jumlah Tunas, Jumlah Daun, Jumlah Akar, Daun Terpanjang, Akar Terpanjang dan Tinggi Tanaman pada Pembentukan *Plantlet* Selama 7 Minggu

Data	Jumlah Tunas	Jumlah Daun	Daun Terpanjang	Jumlah Akar	Akar Terpanjang	Tinggi Tanaman
F hit P	2.06	42.98 **	24.53 **	8.25 *	22.12 **	59.90 **
F tab 5%	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71
P1	0.785	2.952 b	0.77 b	1.821 b	0.68 b	1.63 b
P2	0.881	3.607 a	1.09 a	2.189 a	1.33 a	2.32 a
F hit N	1.38	34.21 **	7.93 **	6.34 **	4.23 *	2.82
F tab 5%	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49
N1	0.786	2.903 b	0.78 b	1.403 b	1.03 ab	1.98
N2	0.976	4.000 a	1.17 a	2.285 a	1.25 a	2.30
N3	0.809	3.167 b	0.97 ab	2.118 a	1.13 ab	2.05
N4	0.762	3.047 b	0.80 b	2.213 a	0.62 b	1.55

Data	Jumlah Tunas	Jumlah Daun	Daun Terpanjang	Jumlah Akar	Akar Terpanjang	Tinggi Tanaman
F hit PXN	3.15	3.93 *	4.25 *	3.98 *	5.19 *	4.05 *
F tab 5%	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49
P1N1	0.762	2.760 de	0.57 c	1.237 c	0.87 bc	1.63 abc
P1N2	0.714	3.667 bc	0.93 bc	1.713 abc	1.17 abc	2.47 ab
P1N3	0.857	2.620 e	0.73 c	1.903 abc	0.37 bc	1.33 bc
P1N4	0.809	2.760 de	0.83 bc	2.430 ab	0.33 c	1.07 c
P2N1	0.809	3.047 cde	1.00 abc	1.570 bc	1.20 abc	2.33 abc
P2N2	1.238	4.333 a	1.40 a	2.857 a	1.33 ab	2.13 abc
P2N3	0.762	3.713 ab	1.20 ab	2.333 abc	1.90 a	2.77 a
P2N4	0.714	3.333 bcd	0.77 bc	1.997 abc	0.90 bc	2.03 abc

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada BNJ 5%

a. Jumlah Tunas

Hasil penelitian (Tabel 4) menunjukkan bahwa jumlah tunas *Nepenthes adrianae* yang terbentuk pada media $\frac{1}{2}$ MS tidak dipengaruhi oleh perlakuan penyangga eksplan dan NAA. Hal ini diduga adanya penambahan zat pengatur tumbuh NAA sehingga menghambat pertumbuhan tunas. Faktanya NAA tidak mempengaruhi pembentukan tunas juga pernah dilaporkan oleh Alitalia (2008), Harahap, 2010. Secara umum pembentukan tunas lebih banyak dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh golongan sitokinin sebagaimana dilaporkan pula oleh Alitalia (2008), Harahap, (2010), dan Yudhanto, (2012). Perlakuan penyangga jembatan kertas saring dengan penambahan NAA 5 μ M menghasilkan tunas paling banyak dengan rerata 1.238/eksplan (Tabel 4).

b. Jumlah Daun

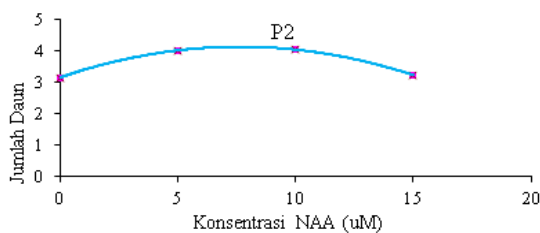
Hasil penelitian pembentukan *plantlet* selama 7 Minggu (Tabel 4) menunjukkan bahwa pembentukan daun pada *plantlet* yang ditanam pada media $\frac{1}{2}$ MS menunjukkan bahwa interaksi antara penyangga eksplan

dan penambahan zat pengatur tumbuh NAA memberikan hasil nyata. Penggunaan penyangga jembatan kertas saring dengan penambahan NAA 5 μ M (P2N2) menghasilkan jumlah daun paling banyak dengan rerata 4.333, dan berbeda dengan hampir semua perlakuan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa media $\frac{1}{2}$ MS dengan penambahan NAA 5 μ M lebih mudah diserap eksplan yang ditanam pada penyangga kertas saring, sehingga mampu memacu pembentukan daun dalam *plantlet*.

Hasil uji regresi pengaruh konsentrasi NAA pada pembentukan daun dalam jenis penyangga kertas saring (P2) diperoleh persamaan regresi: $Y = 3.1548167 + 0.25473 X - 0.01666333 X^2$, $R^2 = 67.32 \%$, dengan hasil perhitungan konsentrasi optimum NAA sebesar 6.126 μ M NAA (Gambar 5). Konsentrasi ini lebih tinggi dari yang pernah dilaporkan oleh Alitalia (2008), Sukanto *et al.*, (2011) dan Misdayani, (2014). Sukanto *et al.*, (2011) memperoleh konsentrasi NAA terbaik sebesar 0,5 mg/l atau setara dengan 2,685 μ M. Sementara itu, Alitalia (2008)

dan Misdayani, (2014) memperoleh konsentrasi NAA terbaik sebesar 0,2 mg/l atau setara dengan 1,074 μ M.

Pertumbuhan daun pada *nepenthes* tergolong cukup lambat (Alitalia, 2008). Keadaan ini diindikasikan dari sedikitnya jumlah daun yang terbentuk setiap minggunya. Menurut Sayekti (2007), jumlah daun pada tanaman *Nepenthes* dapat dijadikan sebagai indikator jumlah buku tanaman, karena dalam tiap buku tersebut terdapat satu helai daun. Sedikitnya jumlah buku mempengaruhi jumlah bagian tanaman yang tersedia untuk disubkultur atau diperbanyak pada tahapan berikutnya.



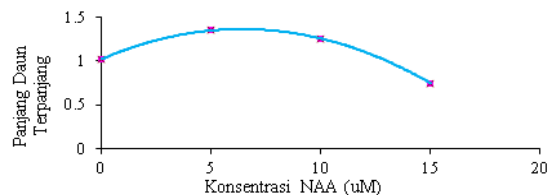
Gambar 5. Hasil uji regresi pengaruh NAA pada pembentukan daun *plantlet Nepenthes adrianii*

c. Daun Terpanjang

Seperti pada parameter jumlah daun, hasil penelitian pembentukan *plantlet* selama 7 Minggu juga menunjukkan bahwa pemanjangan daun pada *plantlet* yang ditanam pada media $\frac{1}{2}$ MS dipengaruhi oleh interaksi antara penyangga eksplan dan penambahan zat pengatur tumbuh NAA (Tabel 4). Penggunaan penyangga jembatan kertas saring dengan penambahan NAA 5 μ M (P2N2) menghasilkan daun paling panjang dengan rerata 1,40 cm, dan berbeda dengan hampir semua perlakuan. Hal tersebut juga mengindikasikan bahwa media $\frac{1}{2}$ MS dengan penambahan NAA 5 μ M lebih mudah diserap eksplan yang ditanam

pada penyangga kertas saring, sehingga memacu pemanjangan daun pada *plantlet*.

Hasil uji regresi pengaruh konsentrasi NAA pada pembentukan daun dalam jenis penyangga kertas saring (P2) diperoleh persamaan regresi: $Y = 1.0183333 + 0.107X - 0.00833333 X^2$ $R^2 = 67.67\%$ dengan hasil perhitungan konsentrasi optimum NAA sebesar 6.420 μ M NAA (Gambar 6). Konsentrasi ini relatif sama dengan hasil perhitungan konsentrasi optimal untuk pembentukan daun, namun konsentrasi ini juga lebih tinggi dari yang pernah dilaporkan oleh Alitalia (2008) yaitu sebesar 0,2 mg/l (setara dengan 1,074 μ M).



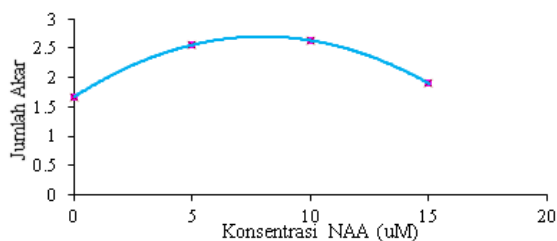
Gambar 6. Hasil uji regresi pengaruh NAA pada panjang daun *plantlet Nepenthes adrianii*

d. Jumlah Akar

Hasil analisis data parameter jumlah akar yang terbentuk pada *plantlet* yang ditanam pada media $\frac{1}{2}$ MS dengan perlakuan penyangga eksplan dan penambahan zat pengatur tumbuh NAA (Tabel 4) juga menunjukkan bahwa pembentukan akar juga dipengaruhi oleh interaksi antara penyangga yang digunakan dan konsentrasi NAA yang ditambahkan pada media. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perlakuan perlakuan jembatan kertas saring dengan NAA 5 μ M (P2N2) menghasilkan jumlah akar terbanyak dengan rerata 2,857 buah per eksplan. Hal tersebut menunjukkan bahwa penanaman eksplan yang disangga

dengan jembatan kertas saring pada media $\frac{1}{2}$ MS dengan penambahan zat pengatur tumbuh NAA $5 \mu\text{M}$ mampu merangsang pembentukan akar. Alitalia (2008) juga melaporkan bahwa pembentukan akar dipengaruhi oleh konsentrasi NAA yang digunakan.

Hasil uji regresi pengaruh konsentrasi NAA pada pembentukan akar dalam jenis penyangga kertas saring (P2) diperoleh persamaan regresi: $Y = 1.67135 + 0.25817X - 0.01619667X^2$, $R^2 = 53.34\%$ dengan hasil perhitungan konsentrasi optimum NAA sebesar $7.969 \mu\text{M}$ NAA (Gambar 7). Konsentrasi ini juga lebih tinggi dari yang pernah dilaporkan oleh Alitalia (2008) yaitu sebesar $0,2 \text{ mg/l}$ atau setara dengan $1,074 \mu\text{M}$.



Gambar 7. Hasil uji regresi pengaruh NAA pada pembentukan akar *plantlet Nepenthes adrianae*

Hal ini diduga karena dengan penggunaan jembatan kertas saring, eksplan *Nepenthes* lebih mudah untuk menyerap nutrisi dari media yang mengandung zat pengatur tumbuh NAA $5 \mu\text{M}$. Zat pengatur tumbuh NAA secara umum menyebabkan terjadinya perpanjangan sel, pembengkakan jaringan, pembelahan sel, dan pembentukan akar. Namun pada konsentrasi yang tinggi menghambat pembentukan akar (Lestari, 2011). Ekawati (2006), menambahkan bahwa konsentrasi NAA yang ditingkatkan ke media

pengakaran akan meningkatkan auksin endogen sehingga terjadi akumulasi auksin. Akumulasi auksin ini akan mempengaruhi pembentukan akar.

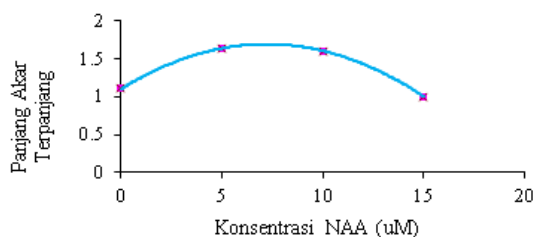
e. Akar Terpanjang

Hasil analisis data parameter panjang akar yang terbentuk pada *plantlet* yang ditanam pada media $\frac{1}{2}$ MS dengan perlakuan penyangga eksplan dan penambahan zat pengatur tumbuh NAA (Tabel 4) juga menunjukkan bahwa panjang akar juga dipengaruhi oleh interaksi antara penyangga yang digunakan dan konsentrasi NAA yang ditambahkan pada media. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan perlakuan jembatan kertas saring dengan NAA $10 \mu\text{M}$ (P2N3) menghasilkan panjang akar terpanjang dengan rerata $1,90 \text{ cm}$. Hal tersebut menunjukkan bahwa penanaman eksplan yang disangga dengan jembatan kertas saring pada media $\frac{1}{2}$ MS dengan penambahan zat pengatur tumbuh NAA $10 \mu\text{M}$ mampu merangsang pemanjangan akar, dan konsentrasi ini lebih tinggi dari konsentrasi terbaik pada pembentukan akar. Alitalia (2008) juga melaporkan bahwa pembentukan akar dipengaruhi oleh konsentrasi NAA yang digunakan. Hal ini berbeda dengan yang pernah dilaporkan oleh Ekawati (2006) dan Lestari (2011) bahwa konsentrasi NAA yang tinggi akan menghambat perpanjangan akar.

Hasil uji regresi pengaruh konsentrasi NAA pada pembentukan akar dalam jenis penyangga kertas saring (P2) diperoleh persamaan regresi: $Y = 1.1 + 0.16333333X - 0.01133333X^2$, $R^2 = 46.64\%$ dengan hasil perhitungan konsentrasi

optimum NAA sebesar 7.206 μM NAA (Gambar 8). Konsentrasi ini lebih tinggi dari yang diperlukan pada pembentukan akar dan juga lebih tinggi dari yang pernah dilaporkan oleh Alitalia (2008) yaitu sebesar 0,2 mg/l atau setara dengan 1,074 μM .

Panjang akar merupakan hasil dari perpanjangan sel-sel dibelakang meristem ujung (Anwar, 2007). Pertumbuhan akar dipengaruhi oleh pertumbuhan tunas, tunas yang terbentuk makin banyak maka akar akan semakin pendek atau bahkan tidak memiliki akar sama sekali (Mufa'adi, 2003). Penelitian ini sejalan dengan pernyataan Wattimena (1998) bahwa peningkatan konsentrasi auksin akan menghambat pemanjangan akar.



Gambar 8. Hasil uji regresi pengaruh NAA pada panjang akar *plantlet Nepenthes adrianae*

f. Tinggi Tanaman

Hasil analisis data parameter tinggi *plantlet* menunjukkan hasil yang serupa dengan data panjang akar. Hasil analisis pada Tabel 4 menunjukkan bahwa tinggi *plantlet* yang ditanam pada media $\frac{1}{2}$ MS dengan perlakuan penyangga eksplan dan penambahan zat pengatur tumbuh NAA dipengaruhi oleh interaksi antara penyangga yang digunakan dan konsentrasi NAA yang ditambahkan pada media. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan perlakuan jembatan kertas saring dengan NAA 10 μM (P2N3)

menghasilkan tinggi *plantlet* paling tinggi dengan rerata 2,77 cm. Hal tersebut juga mengindikasikan bahwa bahwa penanaman eksplan yang disangga dengan jembatan kertas saring pada media $\frac{1}{2}$ MS dengan penambahan zat pengatur tumbuh NAA 10 μM mampu merangsang pemanjangan batang.

Auksin dalam konsentrasi rendah akan menstimulasi pembesaran dan perpanjangan sel batang setelah terjadinya pembelahan sel yang distimulir oleh sitokinin. Namun ketika konsentrasi auksin yang digunakan terlalu tinggi, akan menyebabkan terhambatnya pemanjangan sel. Semakin tinggi konsentrasi auksin, konsentrasi etilen yang dihasilkan akan semakin tinggi, hal ini akan menyebabkan terhambatnya aktivitas auksin dalam perpanjangan sel, tetapi akan meningkatkan pelebaran sel (Karjadi, 2007).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Interaksi antara zat pengatur tumbuh BAP 10 μM dan NAA 0,5 μM pada multiplikasi tunas kantong semar (*Nepenthes adrianae*) memberikan hasil yang nyata terhadap jumlah tunas dan jumlah akar. Hasil tidak nyata pada jumlah daun.
2. Konsentrasi zat pengatur tumbuh BAP dan NAA yang paling baik untuk memacu multiplikasi tunas kantong semar (*Nepenthes adrianae*) yaitu dengan adanya interaksi antara zat pengatur tumbuh BAP 10 μM dan NAA 0,5 μM .
3. Bahan penyangga eksplan dengan penambahan zat pengatur tumbuh NAA memberikan hasil yang nyata

pada pembentukan *plantlet* tanaman kantong semar (*Nepenthes adrianae*) pada jumlah daun, jumlah akar, daun terpanjang, akar terpanjang dan tinggi tanaman. Hasil tidak nyata pada jumlah tunas.

4. Jembatan kertas saring merupakan jenis bahan penyangga eksplan yang paling baik untuk memacu pembentukan *plantlet* tanaman kantong semar (*Nepenthes adrianae*) dan konsentrasi zat pengatur tumbuh NAA 5 μ M dan NAA 10 μ M yang paling baik untuk memacu pembentukan *plantlet* tanaman kantong semar (*Nepenthes adrianae*).

DAFTAR PUSTAKA

- Alitalia, Y. 2008. Pengaruh Pemberian BAP dan NAA Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tunas Mikro Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis*) secara *In vitro*. Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Anwar, N. 2007. Pengaruh Media Multiplikasi Terhadap Pembentukan Akar pada Tunas *In vitro* Nenas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cv. *Smooth Cayenne* di Media Pengakaran. Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Darmayanti, F., Roostika I, dan Samsurianto. 2010. Induksi Keragaman Somaklonal Tanaman Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis*) dengan Mutagen Kimia Kolkisin Secara *In vitro*. Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS.
- Dinarti, D., Sayekti U dan Alitalia Y. 2010. Kultur Jaringan Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis*). *J. Hort. Indonesia* 1(2). Hal 59-65.
- Direktorat Budidaya Tanaman Hias. 2006. Profil Tanaman Hias: *Zingiberaceae -Phalaenopsis – Cordyline*. Jakarta.
- Eilenberg H, Cohen S.P., Rahamin Y, Sionov E, Segal E, Carmeli S, Zilberstein A. 2010. Induced production of antifungal naphthoquinones in the pitchers of the carnivorous plant *Nepenthes khasiana*. *J. Experimental Botany* 61:911-922.
- Ekawati, M. 2006. Pengaruh Media Multiplikasi Terhadap Pembentukan Akar dari Tunas *In Vitro* Nenas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cv. *Smooth Cayenne* pada Media Pengakaran. Skripsi. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Harahap, A. S., 2010. Mikropropogasi Tunas kantong semar (*Nepenthes gracilllis* Korth.) dengan pemberian NAA dan BAP secara *in vitro*. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/20283>
- Iqwal, M.T. 2008. Pengujian *Plantlet* Kantong Semar (*Nepenthes spp.*) Pada Berbagai Media Aklimatisasi. Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Karjadi, A.K. dan Buchory, A. 2007. Pengaruh NAA dan BAP terhadap Pertumbuhan Jaringan Meristem Bawang Putih pada Media B5. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. *J. Hort.* 17(3):217-223, 2007
- Lestari, E.G, 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakan Tanaman melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen* 7(1):63-68.
- Mansur M. 2006. *Nepenthes*, Kantong Semar yang Unik. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Misdayani, 2014. Pengaruh BAP (*Benzyl Amino Purin*) Dan NAA (α -*Napthalene Acetic Acid*) terhadap Pertumbuhan Kantong Semar (*Nepenthes Mirabilis* (Lour.) Druce)

- Secara *In Vitro*. Skripsi Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Mufa'adi, A. 2003. Pengaruh Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh BAP dan IAA Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Daun Dewa (*Gynura procumbens* (Back.)) dalam Kultur *In Vitro*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purwanto, A. W. 2007. Budi Daya Ex-Situ *Nepenthes* Kantong Semar nan Eksotis. Kanisius: Yogyakarta.
- Sukanto, L.A., Mujiono, Djukri, V. Henuhili, 2011. Shoot Tip Culture of *Nepenthes albomarginata* Lobb ex Lindl. *In Vitro*. Jurnal Biologi Indonesia 7 (2): 251-261.
- Sukawan, I. K. 2000. Perbanyak Tanaman Nenas Varietas Veriegata (*Ananas comosus* "veriegatus") secara *In Vitro*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Watimena, G.A. 1987. Zat Pengatur Tumbuh Tanaman. Dept. Agron, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Yudhanto, A. S., 2012. Pengaruh Kombinasi NAA Dengan Sitokinin (BAP, Kinetin dan 2iP) Terhadap Daya Ploriferasi Tanaman Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis*) Secara *In Vitro*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/57620>.
- Zulkarnain, 2009. Kultur Jaringan Tanaman. Bumi Aksara : Jakarta.

KOMPOS DAUN SOLUSI KREATIF PENGENDALI LIMBAH

Endang Setyaningsih, M.Si¹., Dwi Setyo Astuti, M.Pd²., Rina Astuti, M.Pd³

^{1,2,3}Dosen Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Email: es211@ums.ac.id

Abstract-Muhammadiyah University of Surakarta is a well-known private campus in Indonesia. The campus is ranked as the 8th best Indonesian campus. The success of becoming a renowned University can not be separated from the complete means of campus infrastructure. Campus infrastructure built in such a magnificent, complete, and has a lot of green land makes this campus a comfortable place to do learning. Another thing that appears and can not be ruled out by the green campus is the problem of waste, especially leaf waste. The amount of leaf waste generated from each campus that is collected with the help of campus maintenance personnel in every day, every week, and every month, require special handling. During this leaf litter that is only collected and disposed of in the final waste disposal has not been utilized. The objective of this program is to make leaf composting as a creative waste control solution on campus I, II, and IV of Muhammadiyah University of Surakarta.

Keywords: waste, leaves, and compost.

Abstrak-Universitas Muhammadiyah Surakarta merupakan kampus swasta ternama di Indonesia. Kampus ini masuk dalam peringkat ke-8 terbaik kampus Indonesia. Keberhasilan menjadi Universitas ternama tidak lepas dari lengkapnya sarana prasarana kampus. Infrastruktur kampus yang dibangun sedemikian megah, lengkap, dan memiliki banyak lahan hijau menyebabkan kampus ini menjadi tempat yang nyaman untuk melakukan pembelajaran. Hal lain yang muncul dan tidak dapat dikesampingkan dengan adanya kampus hijau adalah masalah sampah terutama sampah daun. Banyaknya sampah daun yang dihasilkan dari setiap kampus yang terkumpul dengan bantuan tenaga maintenance kampus di setiap harinya, setiap minggu, dan setiap bulannya, memerlukan penanganan khusus. Selama ini sampah daun yang hanya dikumpulkan dan dibuang ditempat pembuangan sampah akhir belum ada yang memanfaatkan. Tujuan dari program ini adalah untuk membuat kompos daun sebagai solusi kreatif pengendali limbah di kampus I, II, dan IV Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Kata kunci: limbah, daun, dan kompos.

PENDAHULUAN

Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS) merupakan universitas salah satu universitas terbaik diantara 170 Perguruan Tinggi Muhammadiyah (PTM) di Indonesia. Dalam kegiatan belajar mengajar UMS menerapkan "Wacana Keilmuan dan Keislaman" yakni mampu menumbuhkan budaya Islami yang menguasai ilmu pengetahuan dan ketrampilan yang dilandasi nilai-nilai keislaman sesuai manhaj Muhammadiyah. Oleh karenanya, penanaman sikap kerja keras, jujur, ikhlas, sabar, berintegritas tinggi, pemikiran positif, rasional objektif, adil dan berhati bersih kepada segenap civitas akademika menjadi landasan moral pengembangan ilmu pengetahuan,

teknologi, dan ilmu-ilmu keislaman menyongsong era globalisasi.

Berdiri sejak tahun 1981, UMS selalu menjaga mutu kualitas pendidikannya agar senantiasa menciptakan lulusan yang kompeten sesuai dengan tuntutan jaman. Dengan berpegang teguh pada cita-cita luhur yakni mencerdaskan bangsa, UMS senantiasa meningkatkan sistem pendidikannya agar mampu bersaing dikancah global.

Universitas Muhammadiyah Surakarta tersebar di dua kota yakni Surakarta dan Sukoharjo. Berada di jalur strategis dan jantung kota, menjadikan UMS mudah di akses dari penjuru kota. Dengan luas wilayah total sekitar 40 hektar, UMS menyediakan Hutan Pendidikan

(Edu Park) seluas 6,5 ha yang dijadikan sebagai public space yang asri.

Universitas Muhammadiyah Surakarta memiliki lingkungan yang islami. Sesuai dengan visi UMS mengenai pendidikan yang islami, UMS menawarkan lingkungan yang damai dengan nuansa islami, sehingga para peserta didik dapat merasa nyaman selama mengenyam pendidikan yang dipilih. Selain itu, dengan sikap toleransi yang dijunjung tinggi dalam kehidupan sehari-hari, lingkungan yang religius dapat membantu para peserta didik dalam menjalankan kewajiban agama

masing-masing, baik bagi mahasiswa yang menganut ajaran Islam itu sendiri maupun bagi mahasiswa pemeluk agama lainnya.

Secara geografis Universitas Muhammadiyah Surakarta memiliki luas total 46,5 ha yang tersebar di 11 titik di Surakarta, Jawa Tengah. Didukung sistem informasi terpusat yang dikelola secara modern oleh unit IT UMS, menjadikan kampus UMS selalu *up to date* terhadap segala bentuk informasi yang ada di universitas. Adapun lokasi yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1 Gedung Induk Siti Walidah (Rektorat dan Pusat Administrasi UMS)	Jl. A Yani, Pabelan, Kartasura (Kab. Sukoharjo)
2 Kampus 1	Jl. A Yani, Pabelan, Kartasura (Kab. Sukoharjo)
3 Kampus 2	Jl. A Yani, Pabelan, Kartasura (Kab. Sukoharjo)
4 Kampus 3 (Kedokteran Gigi)	Jl. Kebangkitan Nasional No.101, Penumping, Laweyan (Kota Surakarta)
5 Kampus 4 (Kedokteran Umum)	Jl. Garuda, Gonilan, Kartasura (Kab. Sukoharjo)
6 Sekolah Vokasi	Jl. Proyek Bengawa Solo, Pabelan, Kartasura (Kab. Sukoharjo)
7 Pondok Muhammadiyah Hajjah Nuriyah Shabran	Ds. Makam Haji 02/12, Kartasura (Kab. Sukoharjo)
8 Edupark	Jl. Adi Sucipto, Blulukan, Colomadu (Kab. Karanganyar)
9 Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM)	Jl. Brigjend Slamet Riyadi, Purwosari, Laweyan (Kota Surakarta)
10 Pusdiklat P3G	Jl. Dr. Wahidin, Purwosari, Laweyan (Kota Surakarta)
11 Kampus Internasional	Jl. Dr. Radjiman No.284, Sriwedari, Laweyan (Kota Surakarta)

UMS memiliki area hijau yang luas, edupark sebagai area hijau terluas UMS, serta tersedia danau dan taman di sekitar kampus. Edupark merupakan salah satu fasilitas yang dimiliki oleh UMS yang terletak di Jl. Adisucipto Karanganyar, beberapa kilometer dari kota Solo ke arah barat. Tepatnya dari bundaran Manahan ke Barat atau dari Kampus UMS Pabelan ke arah utara. Edupark adalah sebuah taman rekreasi keluarga seluas 6 hektar yang didesain sebagai taman alam dengan berbagai jenis pepohonan sehingga mengesankan suasana sejuk. Di tempat

ini tersedia beberapa area Jogging Track, Lapangan Sepak Bola serta arena labirin dan hutan alam. Selain itu, Edupark juga kerap kali dipergunakan sebagai tempat penelitian bagi para mahasiswa UMS.

Sebagai universitas yang menerapkan aturan bebas asap rokok di sekitar lingkungannya, UMS dikelilingi oleh penghijauan, dari tanaman, pohon besar hingga bunga-bunga. Selain itu, kenyamanan berdiskusi dan belajar sangat diutamakan oleh UMS sehingga di sekitaran gedung UMS didirikan taman-taman dengan tempat duduk

nyaman yang dikelilingi oleh pepohonan rimbun yang meneduhkan sehingga dapat menciptakan situasi yang mendukung untuk belajar dan berdiskusi di lingkungan UMS. Di kampus II UMS ada danau buatan yang dikelilingi oleh penghijauan dan tempat duduk nyaman dan sering dijadikan tempat untuk berdiskusi atau sekedar melepaskan penat setelah beraktivitas.

Luasnya lahan *green campus* yang disediakan oleh UMS dibarengi dengan munculnya permasalahan sampah. Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Sampah didefinisikan oleh manusia menurut derajat keterpakaianya, dalam proses-proses alam sebenarnya tidak ada konsep sampah, yang ada hanya produk-produk yang dihasilkan setelah dan selama proses alam tersebut berlangsung. Sampah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Sementara didalam UU No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, disebutkan sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang kelilingkungan.

Sampah berasal dari beberapa tempat, yaitu sampah dari pemukiman penduduk pada suatu pemukiman biasanya sampah dihasilkan oleh suatu keluarga yang tinggal disuatu bangunan atau asrama. Jenis sampah yang dihasilkan biasanya cenderung organik, seperti sisa makanan atau sampah yang bersifat basah, kering, abu plastik dan lainnya. Sampah dari tempat-tempat umum dan perdagangan tempat-tempat umum adalah tempat yang dimungkinkan banyaknya orang berkumpul dan

melakukan kegiatan. Tempat-tempat tersebut mempunyai potensi yang cukup besar dalam memproduksi sampah termasuk tempat perdagangan seperti pertokoan dan pasar. Jenis sampah yang dihasilkan umumnya berupa sisa-sisa makanan, sayuran busuk, sampah kering, abu, plastik, kertas, dan kaleng-kaleng serta sampah lainnya. Berbagai macam sampah yang telah disebutkan diatas hanyalah sebagian kecil saja dari sumber-sumber sampah yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini menunjukkan bahwa kehidupan manusia tidak akan pernah lepas dari sampah. Terutama penumpukan sampah yang terjadi di tempat-tempat umum seperti di pasar-pasar.

Jenis-jenis sampah jenis sampah yang ada di sekitar kita cukup beraneka ragam, ada yang berupa sampah rumah tangga, sampah industri, sampah pasar, sampah rumah sakit, sampah pertanian, sampah perkebunan, sampah peternakan, sampahnstitusi/kantor/sekolah, dan sebagainya. Berdasarkan asalnya, sampah padat dapat digolongkan menjadi 2 (dua) yaitu sebagai berikut :

Sampah organik, adalah sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan hayati yang dapat didegradasi oleh mikroba atau bersifat biodegradable. Sampah ini dengan mudah dapat diuraikan melalui proses alami. Sampah rumah tangga sebagian besar merupakan bahan organik. Termasuk sampah organik, misalnya sampah dari dapur, sisa-sisa makanan, pembungkus (selain kertas, karet dan plastik), tepung, sayuran, kulit buah, daun dan ranting. Selain itu, pasar tradisional juga banyak menyumbangkan sampah organik seperti sampah sayuran, buah-buahan dan lain-lain.

Sampah Anorganik adalah sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan non hayati, baik berupa produk sintetik maupun hasil proses teknologi

pengolahan bahan tambang. Sampah anorganik dibedakan menjadi : sampah logam dan produk-produk olahannya, sampah plastik, sampah kertas, sampah kaca dan keramik, sampah detergen. Sebagian besar anorganik tidak dapat diurai oleh alam/ mikroorganisme secara keseluruhan (unbiodegradable). Sementara, sebagian lainnya hanya dapat diuraikan dalam waktu yang lama. Sampah jenis ini pada tingkat rumah tangga misalnya botol plastik, botol gelas, tas plastik, dan kaleng, (Gelbert dkk, 1996).

Berdasarkan wujud atau bentuknya dikenal tiga macam sampah atau limbah yaitu : limbah cair, limbah padat, dan limbah gas. Contoh limbah cair yaitu air cucian, air sabun, minyak goreng sisa, dll. Contoh limbah padat yaitu bungkus snack, ban bekas, botol air minum, dll. Contoh limbah gas yaitu karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), HCl, NO₂, SO₂ dll. Dampak negatif sampah-sampah padat yang bertumpuk banyak tidak dapat teruraikan dalam waktu yang lama akan mencemarkan tanah. Yang dikategorikan sampah disini adalah bahan yang tidak dipakai lagi (refuse) karena telah diambil bagian-bagian utamanya dengan pengolahan menjadi bagian yang tidak disukai dan secara ekonomi tidak ada harganya.

Sampah yang ada di area *green campus*, mayoritas adalah sampah daun (sampah organik). Kebermanfaatan sampah daun sangat tinggi. Hal ini dibenarkan oleh penelitian mengenai sampah pernah dilakukan oleh Sulistyorini (2005) yang menyatakan bahwa sampah dari sayuran termasuk daun-daunan sangat bagus hasilnya apabila dibuat menjadi kompos organik. Kompos daun ini akan sangat bagus digunakan kembali untuk menyuburkan tanah pertanian. Hal yang serupa juga dikemukakan oleh Arief Budiharjo (2006)

yang menyatakan bahwa ada 7 komponen sampah yang akan sangat bermanfaat untuk dijadikan kompos apabila ada penambahan EM4. Hal ini juga diperkuat dengan penelitiannya Herawati dan Wibawa (2010) yang memanfaatkan sampah sayur sawi hijau menjadi bahan tambahan pembuatan biogas.

Berdasarkan uraian dan temuan lapangan yang berupa penelitian di atas, menarik untuk diulas mengenai "Kompos Daun Sebagai Solusi Kreatif Pengendali Limbah" di kampus hijau Universitas Muhammadiyah Surakarta.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Rumah Kompos Edupark UMS, pada bulan April – Juli 2017. Subjek dalam penelitian ini sampah daun yang terdapat di kampus I,II dan IV UMS, sedangkan objek penelitian ini adalah kompos daun. Alat dan bahan yang dibutuhkan Komposter portabel 60 ml dan 30 ml, alat pencacah, kantong plastik, pengaduk, pH soil meter, kayu pengaduk, selang, pengayak, sampah daun kering, tanah, EM4, air.

1. Metode dan Desain Penelitian

a. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif, yaitu keberhasilan pembuatan kompos dinilai berdasarkan warna, aroma dan tekstur yang dihasilkan.

- 1) Pengamatan Temperatur Kompos
- 2) Pengamatan pH kompos
- 3) Pengamatan warna
- 4) Pengamatan aroma dan tekstur kompos

b. Desain penelitian

Teknik pembuatan kompos diawali dengan pengambilan sampah organik (sampah daun) dari kampus

I, II, dan IV. Kemudian dilakukan pemisahan antara sampah kering dan basah. Sampah daun selanjutnya dicacah menggunakan mesin hingga berukuran sekitar 1-2 cm. Sampah yang telah tercacah dicampur dengan tanah kering dengan perbandingan antara berat kompos dengan tanah adalah 4 : 1. Sampah dan tanah yang telah tercampur kemudian dimasukkan ke dalam komposter dan diberi EM4 sebanyak 100 ml selanjutnya diaduk dan ditutup rapat selama 2 minggu.

Pengadukan dan pengukuran pH serta kelembaban dilakukan setiap hari hingga 4 minggu atau sampai kompos jadi. Indikator dari kompos yang telah jadi biasanya berwarna coklat kehitaman, tidak mengeluarkan aroma yang menyengat dan apabila dipegang atau dikepal, kompos akan menggumpal.

2. Teknik Pengumpulan Data

Metode eksperimen yaitu dengan pembuatan pupuk kompos dengan penambahan air kelapa dan starter EM4 serta kotoran hewan, selain itu dilakukan pengamatan umum terhadap fenomena tanpa mengembangkan hipotesis terlebih dahulu (metode observasi) dan juga ada metode wawancara yang dilakukan melalui tanya jawab informan yang dianggap memiliki informasi yang memadai terkait permasalahan yang di bahas dalam penelitian. Hasilnya di dokumentasikan dari awal sampai akhir dengan foto atau kamera digital dan di telaah melalui telaah pustaka yaitu mengkaji literatur-literatur, penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian dan jurnal-jurnal yang relevan.

3. Analisis dan Interpretasi Data

Metode analisis data yang di gunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis deskriptif kualitatif yang berupa tabel penelitian kualitatif sehingga dapat dengan mudah menganalisis data yang diperoleh dari penelitian. Teknik ini dilakukan kurang lebih selama 6 minggu, kemudian mencatat hasilnya pada tabel pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil pembuatan kompos daun

Aspek	Kompos
Warna	Coklat kehitaman
Aroma	Tidak menyengat / bau tanah
Tekstur	Menggumpal

2. Pembahasan

Untuk menghasilkan kompos yang baik, selama proses fermentasi harus memperhatikan beberapa faktor di antaranya yaitu suhu, pH, dan kelembaban. Suhu normal diawal proses fermentasi pengomposan adalah 40-50°C. Suhu ini akan meningkat setelah hari ke tiga hingga mencapai 60°C dan akan menurun seiring dengan matangnya kompos. Yang perlu diperhatikan adalah suhu setelah 2 minggu pengomposan. Suhu yang cenderung tinggi setelah 2 minggu pengomposan harus segera di turunkan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memasang pipa airasi atau dengan membolak-balik kompos. Suhu tinggi ini bersifat merugikan karena akan merusak unsur hara yang telah dihasilkan sebelumnya.

Saat proses pengomposan kisaran pH normal adalah 5-8. pH yang cenderung

asam (pH 4-5) terjadi saat bakteri melakukan penguraian bahan organik. Kondisi ini akan menjadi netral saat bahan kompos telah matang. pH yang cenderung asam justru menguntungkan karena pada kondisi inilah akan terbentuk unsur nitrogen yang sangat banyak. Suasana yang cenderung asam juga bermanfaat untuk mematikan nimfa ataupun telur dari berbagai serangga dan organisme patogen lainnya. Pengukuran suhu dilakukan 2 minggu setelah proses pengomposan dimulai. Hal ini diharapkan tidak mengganggu proses fermentasi bahan organik dalam menghasilkan berbagai unsur hara.

Kelembaban berkaitan dengan kadar air yang terdapat dalam bahan kompos. Diawal proses pengomposan, sampah daun sudah dipisahkan berdasarkan tingkat kelembabannya. Tingkat kelembaban ideal untuk pengomposan adalah 60%. Kelembaban rendah atau di bawah 60% akan membuat bahan terlalu kering dan pematangan kompos menjadi lebih lama. Adapun kelembaban yang terlalu tinggi atau lebih dari 60% akan membuat kondisi bahan menjadi sangat basah. Kondisi ini akan sangat merugikan karena menjadi media pertumbuhan berbagai bakteri nondekomposer. Bakteri ini pula yang akan aktif memproduksi gas sehingga berakibat menimbulkan bau yang sangat menyengat pada kompos. Suhu, pH, dan kelembaban merupakan tiga aktor yang harus selalu dipantau selama proses pengomposan.

Proses pengomposan akan berhenti setelah mencapai kematangan yang sempurna dengan indikator yang dapat diamati meliputi warna, aroma, dan tekstur. Warna yang ideal adalah coklat kehitaman atau serupa dengan warna tanah. warna yang terlalu hitam disebabkan kadar air yang terlalu tinggi selama proses pengomposan. Sebaliknya,

warna yang terlalu cerah merupakan hasil dari pengomposan yang terlalu kering atau kelembabannya di bawah 30%.

Aroma menjadi salah satu indikator dari kematangan suatu kompos. Selama proses fermentasi kompos akan menimbulkan berbagai bau yang mneyengat, tergantung dari bahan yang digunakan serta aktifitas mikroba yang terdapat di dalamnya. Aroma dari kompos menyerupai humus atau tidak menyengat.

Kompos yang telah matang akan memiliki tekstur menggumpal ketika digenggam. Ini terjadi karena kompos mengalami penyusutan massa hingga hampir 50% dari berat semula. Tekstur kompos yang baik adalah tetap lembab namun tidak menetes ketika diperas.

SIMPULAN DAN SARAN

1. Simpulan

Pemanfaatan sampah daun untuk dibuat kompos daun merupakan solusi kreatif yang cerdas karena banyak bermanfaat diberbagai hal, yaitu:

- a. Membuat kampus jadi selalu bersih
- b. Memberdayakan masyarakat kampus dalam mengelola sampah daun
- c. Menumbuhkan jiwa kewirausahaan pada masyarakat kampus
- d. Menyuburkan tanah kampus dengan kompos daun dari kampus itu sendiri

2. Saran

Pemanfaatan sampah daun baru dilakukan di area kampus I, II, dan IV, hal ini dapat diteruskan dengan memperlebar area pengambilan sampah daun dari kampus lain di UMS yang banyak area hijaunya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief Budiharjo, Muhammad. 2006. Studi Pengomposan Sampah Kota Sebagai Salah Satu Alternatif Pengelolaan Sampah Di TPA Dengan Menggunakan Aktivator EM4 (Effective Microorganism). *Jurnal PRESIPITASI*. Vol 1, No 1, p.25-30.
- Astuti Herawati, Dewi dan Arif Wibawa, Andang. 2010. Pengaruh *Pretreatment* Jerami Padi pada Produksi Biogas dari Jerami Dan Sampah Sayur Sawi Hijau Secara *Batch*. *Jurnal Rekayasa Proses*. Vol 4, No 1, p.25-29.
- Dipoyuwono. 2007. *Meningkatkan Kualitas Kompos. Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Junita Nasution, Fadma., dkk. 2014. Aplikasi Pupuk Organik Padat dan Cair Dari Kulit Pisang Kepok Untuk Pertumbuhan Dan Produksi Sawi (*Brassica Juncea* L.). *Jurnal Online Agroekoteknologi*. Vol 2, No 3, p.1029-1027.
- Khoirul Anas, Argo., dkk. 2012. Pengaruh Variasi Massa Umbi Ganyong (*Canna edulis*) Pada Pembuatan Dan Karakterisasi Plastik *Biodegradable* Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Umbi Ganyong. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rohendi, E. 2005. Lokakarya Sehari Pengelolaan Sampah. DKI Jakarta: sebuah *prosiding* Bogor ,08 April 2012
- Sutedjo. 2002. *Potensi dan Pemanfaatan limbah gula sebagai Bahan pembuatan pupuk Organik Tanah*. Jakarta: Nalai industri Indonesia
- Sulistyorini , Lilis. 2005. Pengelolaan Sampah Dengan Menjadikannya Kompos. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol 2, No 1, p.77-84.
- <http://www.kajianpustaka.com/2015/02/pengertian-jenis-dan-dampak-sampah.html>
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Sampah>
<http://semuaitubermanfaat.blogspot.com/2012/02/manfaat-sampah.html>
<http://dedymeliala.blogspot.com/2012/05/pengertian-jenis-dampak-negatif-sampah.html>

PERBANDINGAN UJI TOKSISITAS FITOESTROGEN PADA GINJAL TIKUS (*SPRANGUE DAWLEY*) YANG DIINDUKSI DAIDZEIN DAN AIR PERASAN UMBI BENGKUANG (*PACHYRHIZUS EROSUS*)

Farizha Irmawati¹Cicilia Novi Primiani²
IKIP Budi Utomo Malang, IKIP PGRI Madiun
Email: Farizha99@gmail.com.

Abstract-Phytoestrogens a compound commonly found in the environment and are known to disrupt the balance of animal and human hormonal system phytoestrogens can accumulate in the body, in principle to the use of fitofarmaka broadly, require preclinical trials to determine the safety level for sure. Toxicity is the innate nature of a substance, form and level of toxic manifestations in an organism, the real factor is the dose and duration of exposure to the compound in the organ. Fresh yam tubers (*Pachyrhizus erosus*) that contain phytoestrogens that can be used safely, effectively and efficiently, it is necessary to perform preclinical testing with phytoestrogens toxicity analysis, to determine the level of safety for sure. The method used is an experimental research study aimed to compare the toxicity of phytoestrogens, daidzein and the juice of yam tubers (*Pachyrhizus erosus*). The study design of experiments conducted using completely randomized design (CRD). The test results by using current statistical Pairs T-test, showed no real difference amount tubular necrosis and glomerular cells, treatment with synthetic daidzein administration and the juice of yam tubers (*Pachyrhizus erosus*). So the results of this study concluded that phytoestrogens yam tubers (*Pachyrhizus erosus*) not toxic.

Keyword: Comparative toxicity Phytoestrogens, Daidzein, Juice Water Yam tubers (*Pachyrhizus erosus*).

Abstrak-Fitoestrogen suatu senyawa yang banyak ditemukan di lingkungan sekitar dan diketahui dapat mengacaukan keseimbangan sistem hormon binatang maupun manusia Fitoestrogen dapat terakumulasi dalam tubuh, secara prinsip untuk penggunaan fitofarmaka secara luas, memerlukan uji praklinik untuk mengetahui tingkat keamanannya secara pasti. Toksisitas merupakan sifat bawaan suatu zat, bentuk dan tingkat manifestasi toksiknya pada suatu organisme, faktor yang nyata adalah dosis dan lamanya paparan senyawa pada organ. Umbi bengkuang segar (*Pachyrhizus erosus*) yang mengandung fitoestrogen agar dapat digunakan secara aman, efektif dan efisien, maka diperlukan uji praklinis dengan melakukan analisis toksisitas fitoestrogen, untuk mengetahui tingkat keamanannya secara pasti. Metode yang digunakan penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan toksisitas fitoestrogen, pada daidzein dan air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*). Rancangan penelitian eksperimen dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Hasil uji statistik dengan menggunakan *T-test Pairs*, menunjukkan tidak ada perbedaan nyata jumlah sel nekrosis tubulus dan glomerulus, dengan perlakuan pemberian daidzein sintesis dan air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*). Sehingga hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa fitoestrogen umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) tidak bersifat toksik.

Kata kunci: Perbandingan Toksisitas Fitoestrogen, Daidzein, Air Perasan Umbi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*).

PENDAHULUAN

Obat tradisional biasanya terdiri dari bahan alami, secara tunggal ataupun sebagai ramuan dari berbagai macam bahan. Obat tradisional dengan formula yang sama ternyata dapat digunakan untuk pengobatan berbagai macam

penyakit yang berbeda oleh satu daerah dengan daerah yang lain. Hal ini dapat disebabkan karena dalam satu tanaman terdapat berbagai senyawa kimia yang mempunyai khasiat yang berbeda sehingga dapat digunakan untuk berbagai indikasi. Jamu merupakan

ramuan tradisional yang belum teruji secara klinis, sedangkan obat herbal yang terstandar adalah yang sudah lulus uji pra klinis. Sementara fitofarmaka adalah obat herbal yang sudah lulus uji klinis. Jumlah terbesarnya memang adalah jamu. Meskipun sudah banyak digunakan, tapi belum dilakukan uji secara klinis.

Fitofarmaka yang telah melalui serangkaian uji praklinis dan uji klinis siap digunakan dalam sistem pengobatan modern sejajar dengan obat-obat kimia. Jamu-jamu akan menjadi obat herbal terstandar jika telah melewati uji praklinik terhadap hewan coba, berupa uji toksisitas. Uji ini penting dilakukan untuk melihat reaksi bahan kimia tertentu terhadap kehidupan. Jika lulus dengan baik, obat ini dapat dikatakan aman untuk dikonsumsi (Nurkhasanah, 2006).

Tumbuhan menghasilkan berbagai bahan untuk manusia, baik yang menguntungkan maupun yang merugikan. Salah satu bahan yang dapat merugikan adalah fitoestrogen. Fitoestrogen suatu senyawa yang banyak ditemukan di lingkungan sekitar dan diketahui dapat mengacaukan keseimbangan sistem hormon binatang maupun manusia (Gultekin, 2006). Fitoestrogen dapat terakumulasi dalam tubuh, secara prinsip untuk penggunaan fitofarma secara luas, memerlukan uji praklinik untuk mengetahui tingkat keamanannya secara pasti.

Toksitas merupakan sifat bawaan suatu zat, bentuk dan tingkat manifestasi toksiknya pada suatu organisme, faktor yang nyata adalah dosis dan lamanya paparan senyawa pada organ. Umbi bengkuang segar (*Pachyrhizus erosus*) yang mengandung fitoestrogen agar dapat digunakan secara aman, efektif dan efisien, maka diperlukan uji praklinik dengan melakukan analisis toksitas fitoestrogen, untuk mengetahui tingkat keamanannya secara pasti. Organ yang

berperang langsung dalam efek negatif atau merugikan suatu senyawa yaitu organ ginjal. Ginjal adalah suatu organ yang secara struktural kompleks dan berkembang untuk beberapa fungsi, diantaranya: ekskresi produk sisa metabolisme, pengendalian air dan garam, pemeliharaan keseimbangan asam dan basa, serta sekresi berbagai hormon dan autokoid (Cotran *et al.*, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran histopatologi nekrosis pada ginjal tikus betina *sprague dawley* yang diinduksi daidzein dan perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium LSIH Universitas Brawijaya dan Laboratorium Mikrotek FMIPA Universitas Negeri Malang, dengan mengamati organ ginjal, pada sel glomerulus dan tubulus yang mengalami nekrosis. Pengujian komponen dalam umbi Bengkuang (*Pachyrizus erosus*) dengan metode analisis *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang.

Metode yang digunakan penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan toksitas fitoestrogen, pada daidzein dan air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*). Rancangan penelitian eksperimen dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL).

1. Pelaksanaan Penelitian

a. Pembuatan larutan daidzein

Langkah awal yang dilakukan untuk membuat larutan daidzein, dosis daidzein murni yang diberikan setara dengan kadar daidzein 1,5 ml air perasan umbi bengkuang

sebesar 20,188 mg yang disesuaikan dengan dengan berat badan tikus lalu dilarutkan ke dalam akuades menjadi 1,5 ml.

b. Perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*)

Umbi bengkuang sebanyak 100 g dicuci bersih dan tidak dikupas kulitnya, selanjutnya dihaluskan dengan parutan dan disaring. Uji komponen senyawa umbi bengkuang dilakukan analisis menggunakan metode analisis *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) diambil 1,5 ml yang didalamnya terdapat daidzein sebanyak 20,188 mg/100 gram yang diuji HPLC saat uji pendahuluan.

c. Pemeliharaan tikus Betina (*Sprague dawley*)

Hewan coba yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus betina *sprague dawley*, didapat dari Universitas Gajah Mada Yogyakarta dalam kondisi sehat, kisaran umur 5 bulan, yang berjumlah 10 ekor dengan rentang berat badan 160-210 gram, yang dipelihara dalam kandang pemeliharaan tikus LSIH Universitas Brawijaya Malang.

Tikus dilakukan proses aklimatisasi selama 14 hari sebelum perlakuan dengan menempatkan dalam kandang pemeliharaan dilengkapi dengan *easy flow*. Dipelihara dalam kandang selama 28 hari dan diberikan perlakuan setiap hari diinduksi langsung ke dalam lambung dengan menggunakan alat sonde (*gavage tube*), sebanyak satu kali dalam sehari selama 28 hari, pada 5 ekor tikus dengan disonde larutan daidzein, 5 ekor tikus disonde dengan air perasan bengkuang (*Pachyrhizus*

erosus). Pemberi makan dan minum *ad libitum*, mengganti sekam dan menimbang bobot tikus seminggu sekali.

d. Pembedahan dan Pengambilan Organ

Tikus *sprague dawley* yang sudah 28 hari diberi perlakuan dengan pembetian larutan daidzein dan air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) maka dilakukan tikus didislokasi leher pada hari ke-29 dilakukan pembedahan melalui abdomen/rongga perut untuk pengambilan organ ginjal.

e. Pembuatan Preparat

Sebelum melakukan analisis toksisitas pada organ ginjal, terlebih dahulu dilakukan pembuatan preparat histologi dan dilanjutkan dengan pewarnaan hematoksilin eosin. Pembuatan irisan preparat histologis meliputi beberapa tahap, yaitu tahap fiksasi, tahap dehidrasi, tahap *cleaning*, tahap infiltrasi, tahap *embedding*, tahap pengirisan dan tahap pewarnaan (Lampiran 3).

f. Pengamatan Preparat dan Pengumpulan Data

Preparat yang sudah diwarnai kemudian diamati dengan menggunakan perangkat komputer yang sudah dilengkapi dengan lensa okuler untuk mempermudah pengamatan. Pengamatan pada organ ginjal dengan mengamati tubulus dan glomerulus, dengan menghitung jumlah sel yang mengalami nekrosis dengan 3 kali ulangan pengamatan pada setiap organ ginjal.

g. Analisis Data

Data kemudian dianalisis secara statistik menggunakan uji T

berpasangan (*T-test Pairs*) dengan taraf uji 5%. Dalam penelitian ini analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS versi 21.

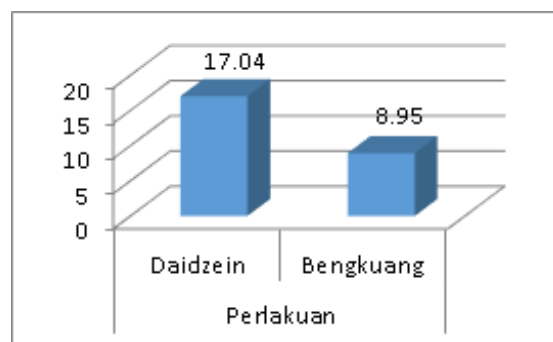
HASIL PENELITIAN

Sel yang mengalami nekrosis pada jaringan glomerulus dan tubulus

kontortus distal, diamati dengan menggunakan mikroskop, diulang sebanyak 3 kali ulangan di setiap lokasi jaringan, pada perlakuan dengan pemberian daidzein dan pemberian air perasan bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) dipaparkan pada Tabel 1, 2 dan Gambar 1.

Tabel 1 Rata-rata nekrosis pada jaringan Glomerulus dan Tubulus Kontortus Distal.

NoSampel	Glomerulus		Tubulus Kontortus Distal	
	Air Perasan Bengkuang	Daidzein	Air Perasan Bengkuang	Daidzein
1	11.44	23.22	13.44	19.66
2	8.44	22.88	11.77	19.77
3	7.55	17.66	16.99	26.66
4	7.77	18.33	18.33	21.88
5	9.55	19.10	11.66	29.66
Rata-rata	8.95	18.04	14.44	23.53



Gambar 1 Perbandingan rata-rata sel yang mengalami nekrosis pada glomerulus dengan perlakuan pemberian daidzein sintesis dan air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*).

Tabel 2 Uji *T-test Pairs* perlakuan pemberian daidzein sintesis dan air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) terhadap Glomerulus Ginjal.

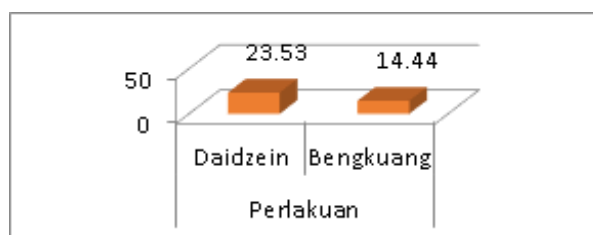
	N	correlation	Sig
Pair 1 Bengkuang & Daidzein	5	0,286	0,641

Keterangan: Nilai sig (0,641) > 0,005; tidak ada perbedaan nyata perlakuan terhadap nekrosis

Uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan nyata jumlah sel nekrosis glomerulus disajikan pada Tabel 2.

Hasilujistatistikdenganmenggunakana *T-test Pairs*, menunjukkan tidak ada perbedaan nyata jumlah sel nekrosis glomerulus dengan perlakuan pemberian daidzein sintesis dan air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*,

Mengamati sel yang mengalami nekrosis pada jaringan Tubulus Kontortus Distal, dengan menggunakan mikroskop yang diulang 3 ulangan di setiap lokasi jaringan, pada perlakuan dengan pemberian daidzein dan pemberian air perasan bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) dipaparkan pada Gambar 2 dan Tabel 3.



Gambar 2 Perbandingan rata-rata sel yang mengalami nekrosis pada Tubulus Kontortus Distal dengan perlakuan pemberian daidzein sintetis dan air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*).

Tabel 3 Uji *T-test Pairs* perlakuan pemberian daidzein sintetis dan air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) terhadap Tubulus Ginjal.

	N	correlation	Sig
Pair 1 Bengkuang & Daidzein	5	-0,029	0,93

Keterangan: Nilai sig (0,93) > 0,005; tidak ada perbedaan nyata perlakuan terhadap nekrosis tubulus.

Uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan nyata jumlah sel nekrosis glomerulus disajikan pada Tabel 3.

Hasil uji statisik dengan menggunakan *T-test Pairs*, menunjukkan tidak ada perbedaan nyata jumlah sel nekrosis tubulus dengan perlakuan pemberian daidzein sintetis dan air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*).

PEMBAHASAN

Saat ini banyak diteliti dampak positif, umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) mengandung senyawa isoflavon. Isoflavon merupakan salah satu senyawa metabolitsekunder yang disintesis oleh tanaman (Prawiroharsono, 2007). Senyawa ini termasuk kelompok flavonoid yang mempunyai aktivitas estrogenik yang potensial. Jika diperhatikan strukturnya, tampak ada kemiripan dengan hormon estrogen (Robinson, 1995). Struktur kimia isoflavon menyerupai 17β -estradiol (Gruber *et al.*, 2002; Delmonte dan Rader, 2006; dan Barlow *et al.*, 2007), sehingga *Pachyrhizus erosus* sering disebut sebagai kelompok tanaman fitoestrogen (Urasopon *et al.*, 2008).

Tetapi belum ada penelitian yang menguji dampak negatif penggunaan

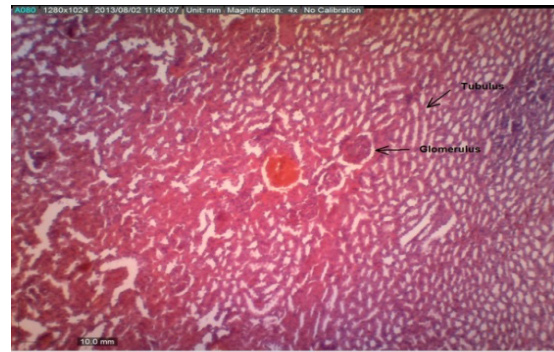
umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) sebagai sumber fitoestrogen, sehingga dilakukan analisis toksisitas fitoestrogen, agar dapat digunakan sebagai sumber fitoestrogen secara efektif dan aman. Secara farmakokinetik, zat yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami absorpsi, distribusi, metabolisme dan ekskresi. Ginjal merupakan organ ekskresi utama yang sangat penting, untuk mengeluarkan sisa-sisa metabolisme tubuh, sehingga sering mengalami kerusakan jika terpapar oleh zat-zat yang bersifat toksik, sebagai organ yang berfungsi sebagai: 1) membersihkan tubuh dari bahan sisa-sisa metabolisme, 2) mengontrol volume dan komposisi cairan tubuh, 3) memelihara kestabilan sel.

Pengujian toksisitas fitoestrogen dengan pengujian sub kronik, dilakukan pada hewan coba dengan melakukan pemberian air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) dan daidzein sintetis selama 28 hari, pada hari ke-29 didislokasi untuk diambil organ ginjal. Selanjutnya pengamatan organ ginjal yang mengalami nekrosis, pada jaringan glomerulus dan tubulus sebagai salah satu bukti kerusakan organ ginjal. Unit fungsional dasar ginjal adalah nefron, sebagai regulator air dan zat

terlarut terutama elektrolit dalam tubuh dengan menyaring darah, kemudian mereabsorpsi cairan dan molekul melalui kapiler dan masih diperlukan oleh tubuh. Nefron terdiri dari sebuah komponen korpuskula malpigi yang dilanjutkan oleh saluran-saluran (tubulus), pada setiap korpuskula mengandung kapiler darah yang disebut glomerulus (Champbell, 2010). Nekrosis merupakan kematian sel akibat adanya kerusakan sel akut, kematian sel terjadi secara tidak terkontrol.

Hasil pengujian toksisitas sub-kronik atau jangka pendek fitoestrogen bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) dan daidzein, berdasarkan rerata sel yang mengalami nekrosis dengan perlakuan pemberian daidzein dan perlakuan pemberian air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*), jaringan glomerulus dan tubulus. Hasil penelitian pengujian toksisitas sub-kronik atau jangka pendek fitoestrogen bahwa fitoestrogen umbi bengkuang bersifat toksisitasnya rendah, sebaliknya dengan larutan daidzein sintesis yang bersifat toksik dengan pengamatan mikroskopis. Keuntungan memanfaatkan bahan asal tanaman (herbal) antara lain, toksisitasnya rendah, dan sedikit menimbulkan efek samping (Hernawati, 2009).

Bahan alam yang salah satunya umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) yang diberikan dalam bentuk kasar (*crude material*) akan bersifat lebih baik dibandingkan bahan sintesis/senyawa tunggal hasil isolasi. Adanya kompleksitas senyawa bahan alam menjadikan bahan alam dapat bekerja dalam tubuh dengan prinsip keseimbangan (*balance metabolism*). Formulasi kompleksitas senyawa bahan alam merupakan konsep terintegrasi dalam jaringan biologi, sehingga tidak terjadi prinsip kerja satu senyawa dengan satu target biologi (Primiani., 2013).



Gambar 4 Tubulus dan glomerulus (Foto: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 5 sel normal (kiri) dan yang mengalami nekrosis (kanan). (Foto: Dokumentasi Pribadi)

KESIMPULAN & SARAN

1. Kesimpulan

Pada perlakuan pemberian fitoestrogen umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) sel glomerulus yang mengalami nekrosis lebih sedikit dibandingkan dengan tikus betina *Sprague dawley* yang dengan perlakuan pemberian larutan daidzein sintesis berdasarkan pengamatan mikroskopis, sedangkan hasil uji statistik dengan menggunakan *T-test Pairs*, menunjukkan tidak ada perbedaan nyata jumlah sel nekrosis tubulus dengan perlakuan pemberian daidzein sintesis dan air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*).

Sehingga hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa fitoestrogen umbi bengkuang tidak bersifat toksik, sebaliknya dengan larutan daidzein sintesis yang bersifat toksik.

2. Saran

- a. Materi uji toksisitas bahan alam mencakup fitoestrogen pada bahan alam yang lainnya.
- b. Dilakukan uji lanjutan berupa uji karsinogenik, untuk mengetahui apakah air perasan umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) berpotensi menimbulkan kanker jika dikonsumsi jangka panjang.

DAFTAR RUJUKAN

- Champbell, A.N., J.B. reece, & L.G. Mitchell. 2010. *Biologi edisi ke-8*. Jilid 3. Jakarta: Erlangga.
- Frandsen, R. D. 1996. Anatomi dan Fisiologi Ternak, Alih Bahasa Oleh Srigandono, B. Dan Praseno, K. UGM Press. Yogyakarta, hal. 680-689.
- Frandsen, R.D., 1992. Anatomi dan Fisiologi Ternak. Gajah Mada University-Press. Yogyakarta.
- Ganong, W. F. 1997. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran* (diterjemahkan oleh Djauhari Widjajakusumah, Dewi Irawati, Minarma Siagian, Dangsina Moeloek, dan Brahma U. Pendi). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Glover A. and Assinder S.J. 2006. Acute exposure of adult male rats to dietary phytoestrogen reduces fecundity and alters epididymal steroid hormone receptor expression. *Jour. Endoc.* 189: 565-573.
- Gruber, C.J., Tschugguel, W., Schneeberger, C., Huber, J.C. 2002. *Production and Actions of Estrogens. The New England Journal of Medicine*, (Online), 346(5):340-352, (<http://www.nejm.org/doi/pdf.10.1056/NEJMra000471>, diakses 10 Maret 2014).
- Guyton, A. C. 1990. Fisiologi Manusia dan Penyakit, Alih Bahasa Oleh Andrianto, R. EGC. Jakarta, hal. 741, 752.
- Guyton, A.C. & Hall, J.E. 2006. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Terjemahan oleh Luqman Yanuar Rachman. 2007. Jakarta: EGC Buku Kedokteran.
- Guyton, A.C., 2000. Textbook of Medical Physiology tenth edition, WB Saunders Company ; 81: 1283-1302.
- Guyton, Artur C. 1995. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Jakarta: EGC
- Hernawati, 2009. Perbaikan Kinerja Reproduksi Akibat Pemberian Isoflavon dari Tanaman Kedelai, Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Pendidikan Indonesia Bandung.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia III. Yayasan Sarana Wana Jaya. Jakarta. Hal. 1460-1462
- Hugges I, Woods HF, 2003. Phytoestrogen and Health. London : Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Product and The Environment.
- Junqueira, et al., 2012. Histologi Dasar edisi 12 (alih bahasa dr. Frans Dany). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Khoirina, D. & Wahyuni D., 2005. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid dalam Rimpang Temu Ireng (*Curcuma aeruginosa Roxb.*) *Biofarmasi* 3 (1): 32-38, ISSN: 1693-2242.
- Kumala Sari, 2006. Pemanfaatan Obat Tradisional dengan Pertimbangan Manfaat dan Keamanannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian, Vol. III, No.1, April 2006, 01 – 07* ISSN : 1693-9883.
- Lokakarya Tanaman Obat, 2012.

- Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati.
- Lukitaningsih, E. 2009. The Exploration of Whitening and Sun Screening Compounds in Benguang Roots (*Pachyrhizus erosus*). Disertasi, Wurzburg: Bayerischen Julius Maximilians University.
- Malole MBM, Pramono CSU. 1989. Penggunaan Hewan-hewan Percobaan di Laboratorium. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Dirjen Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Bogor: IPB Press.
- Murkies, Alice, et. al. 1998. Phytoestrogens. *The journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* Vol. 83, No 2, p 297-303.
- Myers P and Armitage D. 2004. *Rattus norvegicus* (on-line), animal diversity.web.http://animaldiversity.ummz.edu/site/accounts/information/rattus_norvegicus.html, diakses 18 Oktober 2013.
- Nurkhasanah. 2006. Bahan Obat Alam Sumber Pendapatan Pembangunan: Fakultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
- Price, S.A & L.M Wilson. 1995. Patofisiologi Konsep Klinis. Edisi 4. (Alih Bahasa Peter Anugerah). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Primiani, 2011. *Potensi Genistein pada Sistem Reproduksi Mencit (Mus musculus) Sebagai Penyusunan Bahan Ajar*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Malang.
- Primiani, C.N. 2013. *Potensi Umbi Bengkuang (Pachyrhizus erosus) terhadap Histologi Ovarium dan Uterus Mencit (Mus musculus) Premenopause*. Prosiding Seminar Nasional IPA IV 27 April 2013. ISBN 978 602 99075 37 di Universitas Negeri Semarang 2013.
- Puspasari D, 2007. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kedelai Dosis Bertingkat Terhadap Morfologi Spermatozoa Mencit Jantan Strain Balb/C, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang.
- Rishi, RK. 2002. *Phytoestrogen in Health and Illness*, Indian Journal of Pharmacology 34; 311-320.
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik tumbuhan Tinggi*, Penerjemah: Kosasih Padmawinata, Penerbit ITB, Bandung: hal. 191-216.
- Ruggiero RJ, Pham D, Frances EL. 2002. Estrogen: Physiology, pharmacology, and formulations for replacement therapy. *J. Midwifery and Womens Health*. 47(3):130-138.
- Sari, Y., 2012. Efektifitas ekstrak biji bengkuang sbg larvasida nyamuk aedes aegypti L. instar III. Universitas Yogyakarta.
- Suarsana Nyoman, 2011. Tepung Tempe Kaya Isoflavon Meningkatkan Kadar Kalsium, Posfor dan Estrogen Plasma Tikus Betina Normal. FKH ITB. Vol.12 No.3:229-234.
- Watanabe S, Gang Zhoo V, Melby MK, Ishiwata N, Kimira M, 2006. Systematic review of intervention using isoflavon supplement and proposal for further studies. In : Sugono M, editor. Soy in health and disease prevention Boca Raton, Florida : CRC Press Taylor & Francis Group LLC.
- Wulandari S.H, & Aulanni'am, 2010. Ekspresi Tumor Necrosis Factor (TNF- α) dan gambaran histopatologi ginjal pada tikus (*Rattus norvegicus*) Renal Fibrosa Pasca Induksi Streptokinase.

- Santosa, Budi. 2009. *Pengaruh Suplementasi Seng terhadap Kerusakan Tubulus Ginjala dan Sistem Hematopoiesis Tikus (Rattus norvegicus) yang diberi Tawas*. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Cotran R. S., Rennke H., Kumar V. 2007. Ginjal dan Sistem Penyalurnya. Dalam: Kumar V.,
- Cotran R. S., Robbins S. L. (eds). *Buku Ajar Patologi Robbins Volume 2*. Edisi VII. Jakarta: EGC, pp: 572, 594-7.
- Gultekin E., and Yildiz, F. (2006). *Introduction to Phytoestrogen dalam Yildiz. F. Phytoestrogen in Functional Foods* (pp.3-18). USA: CRC Press.
- Prawiroharsono S. 2007. Prospek dan Pemanfaatan Isovlaforon untuk Kesehatan. Direktorat Teknologi Biondrusti, Badan Pengkajian dan Penerapan Pangan.
- Hernawati, Potensi Buah Pare (*Momordica charantia* L.) sebagai Herbal Antiinflamasi, Jurusan Pendidikan Biologi. FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia
- Julien Soepraptini¹, Safda Farizy Ridho², Koesnoto SP1. 2012. Gambaran Histopatologi Ginjal Tikus Putih Jantan pada Kasus Patah Tulang Femur dengan Terapi Ekstrak Tanaman *Cissus quadrangularis* dan Kalsium Karbonat Vol. 1, No. 1, Juli 2012 *VetMedika J Klin Vet*.

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK SERASAH LAMUN (*SEAGRASS*) TERHADAP KUAT TEKAN DAN ABSORPSI AIR *ECO-BATAKO*

R. Bekti Kiswardianta, Farida Huriawati, Nurul Kusuma Dewi

IKIP PGRI MADIUN

Jl. Setia Budi No.85 Kartoharjo Madiun Jawa Timur

frd21pfisae@gmail.com

Abstract-*This research is made to knowing the influence of adding amount of seagrass to amount of sand on the compressive strength and the Eco-concrete bricks's water absorbtion. The methods used in this research is experiment with a sample of Eco-concrete bricks (20 x 10 x 6) cm in adding 4 variation amount of seagrass . the first variation is without adding amount of seagrass (0%), second adding 5%, third adding 15%, and the fourth is adding 25%. The examination compressive strength and water absorbtion is do to Eco-concrete bricks 28 days age with ten times repetition and take the average number. The result of this examination show the number of compressive strength for each variation are 12,102 MPa without adding amount of seagrass (0%), 11,011 MPa adding 5%, 7,6044 MPa adding 15%, and 5,3872 MPa adding 25%. The data for examination of water absorbtion are 12,439% without adding amount of seagrass (0%), 13,81% adding 5%, 15,215% adding 15%, and 16,019% adding 25%. The conclusion is the more concentration adding amount of seagrass the less number of Eco-concrete bricks's compressive strength and otherwise the less concentration adding amount of seagrass the less number of Eco-concrete bricks's water absorbtion power.*

Keywords: *Seagrass, Eco-concrete bricks, compressive strength, water absorption*

Abstrak-Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk serasah lamun (*seagrass*) terhadap pasir pada nilai kuat tekan dan absorpsi air *eco-batako*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni eksperimen dengan sampel *eco-batako* (20 x 10 x 6) cm dalam 4 variasi penambahan serbuk serasah lamun. Variasi pertama tanpa penambahan serbuk serasah lamun (0%), kedua dengan penambahan 5%, ketiga dengan penambahan 15%, dan yang keempat dengan penambahan 25%. Pengujian kuat tekan dan absorpsi air dilakukan pada *eco-batako* umur 28 hari dengan sepuluh kali pengulangan dan diambil nilai rata-ratanya. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan untuk setiap variasi adalah 12,102 MPa untuk yang tanpa penambahan serbuk serasah lamun (0%), 11,011 MPa untuk penambahan 5%, 7,6044MPa untuk penambahan 15%, dan 5,3872MPa untuk penambahan 25%. Untuk data pengujian absorpsi air adalah 12,439% untuk yang tanpa penambahan serbuk serasah lamun (0%), 13,81% untuk penambahan 5%, 15,215% untuk penambahan 15%, dan 16,019% untuk penambahan 25%. Kesimpulan yang diperoleh adalah semakin banyak konsentrasi penambahan serbuk serasah lamun semakin rendah nilai kuat tekan *eco-batako* dan sebaliknya semakin sedikit penambahan konsentrasi serbuk serasah lamun dalam *eco-batako* semakin rendah daya absorpsi airnya.

Kata kunci: Lamun, *eco-batako*, kuat tekan, absorpsi air

PENDAHULUAN

Pacitan merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang memiliki potensi sumber daya alam laut yang luar biasa. Terdapat sekitar 17 pantai di Pacitan dengan karakteristik bervariasi. Pada daerah yang memiliki banyak pantai seperti Kabupaten Pacitan terdapat serasah lamun yang pemanfaatannya belum maksimal. Lamun merupakan

salah satu sumberdaya pesisir Indonesia yang bernilai ekologis dan ekonomis. Informasi mengenai ekologi lamun dari wilayah tropis Indo-Pasifik masih jarang, padahal observasi menunjukkan bahwa kekayaan spesies tertinggi ditemukan di wilayah Indo-Pasifik (Erflemeijer dan Herman 1994; Hemminga dan Duarte 2000). Padang lamun di daerah *temperate* tersusun oleh 1 spesies lamun

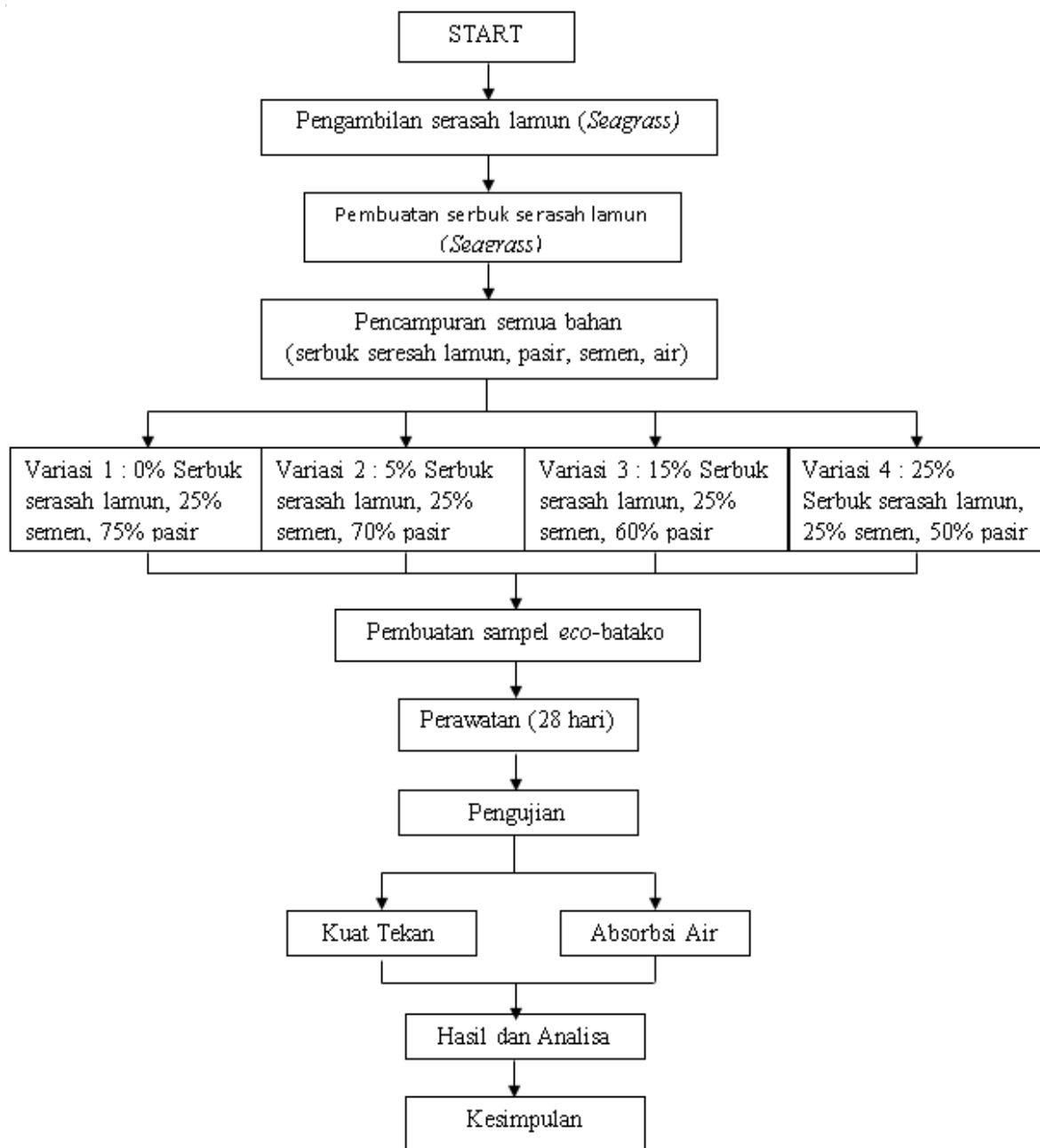
(*monospesifik*). Sebaliknya padang lamun di daerah tropis mempunyai keanekaragaman lebih tinggi, ada sekitar 11 spesies (Hemminga dan Duarte 2000). Di Indonesia terdapat 13 spesies lamun yang tergolong dalam 7 genus (Nontji 2005). Spesies terkini ditemukan adalah *Halophila sulawesii*, di kepulauan Spermonde barat daya Sulawesi (Kuo 2007). Di Pacitan, lamun dilaporkan tumbuh antara lain di Pantai Tawang dan Pantai Srau. Distribusi dan stabilitas komunitas lamun ditentukan oleh faktor-faktor antara lain: nutrien, cahaya, sedimen, salinitas, dan suhu (Udy dan Dennison 1997; Ralph et al. 2007; Hemminga dan Duarte 2000; Benjamin et al. 1999; Kahn dan Durako 2006; Masini et al. 1995; Campbell et al. 2006). Lamun merupakan biota laut yang memiliki kadar abu dan selulosa yang tinggi, sehingga juga dapat digunakan sebagai tambahan pada pembuatan batako ringan. Untuk menambah kekakuan pada batako ringan dengan bahan tambahan alternatif dapat ditambah dengan lem kayu yang banyak terdapat di toko-toko bangunan atau lem buatan yang dapat dibuat sendiri, seperti lem yang dibuat dari tepung tapioka atau pati kanji.

Alasan lain penggunaan bahan serasah lamun untuk bahan campuran beton ringan adalah menciptakan bangunan yang ramah lingkungan (*Eco-Architecture*) dengan sentuhan teknologi baru untuk daerah pesisir. Dibandingkan dengan batako biasa, batako dengan penambahan serasah lamun ini dimungkinkan mempunyai berat yang lebih ringan, sehingga dapat digunakan pada daerah rawan gempa. Perlu diingat fakta menunjukkan bahwa bangunan adalah pengguna energi terbesar mulai dari konstruksi, bahan bangunan, saat bangunan beroperasi, perawatan hingga

bangunan dihancurkan. Menurut Frick Heinz dan Koesmartadi (1999:97) batako mempunyai beberapa keuntungan pemakaian bila dibandingkan dengan bata merah, terlihat penghematan dalam beberapa segi, misalnya setiap m² luas dinding lebih sedikit jumlah batu yang dibutuhkan, sehingga kuantitatif terdapat penghematan. Apabila dilakukan *lifecycle analysis* sebuah bangunan akan terlihat berbagai dampaknya terhadap lingkungan dan dapat disimpulkan biaya keseluruhan dari arsitektur yang tidak berkelanjutan adalah jauh lebih tinggi dari yang berkelanjutan (*sustainable*).

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian pada bulan Maret sampai dengan bulan September 2016 dan dilakukan di tiga lokasi, yaitu pengambilan bahan baku serasah lamun (*seagrass*) di pantai tawang dan pantai pidikan Pacitan, proses pembuatan dan perawatan *eco*-batako dilakukan di Laboratorium Pendidikan Fisika IKIP PGRI MADIUN, dan proses pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan UGM. Pada penelitian ini dibuat satu macam bentuk *eco*-batako, yaitu berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran : (20 x 10 x 6) cm dengan empat macam variasi penambahan serbuk serasah lamun pengganti pasir. Variasi pertama tanpa penambahan serbuk serasah lamun (0%), kedua dengan penambahan 5%, ketiga dengan penambahan 15%, dan yang keempat dengan penambahan 25%. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cetakan *eco*-batako berbentuk persegi panjang, mesin uji kuat tekan, gelas ukur, oven, kapiler, scrap, timbangan, dan alat bantu lainnya pada saat pencetakan *eco*-batako.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian Pembuatan Eco-Batako

Dalam penelitian ini teknik pengumpulan data dilakukan dengan pengujian langsung di Laboratorium. Adapun pengujian yang dilakukan adalah pengujian meliputi kuat tekan, dan serapan air *eco-batako*.

1. Prosedur dari pengujian kekuatan tekan dari *eco-batako* adalah sebagai berikut: Sampel diletakkan pada mesin alat uji tekan dan diatur agar tepat berada ditengah-tengah alat penekan,

Memberikan beban tekan secara perlahan-lahan pada sampel dengan pengatur tuas pompa hingga sampel retak atau hancur, Mencatat nilai beban maksimum yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk skala pada saat sampel retak dan hancur. Pencatatan dilakukan saat jarum penunjuk skala tidak lagi bergerak atau bertambah, Mengulangi prosedur 1 – 3 terhadap sampel lainnya. Cara pengujian kuat

tekan batako mengacu pada SNI 03-0349-1989, yaitu: Pada umur yang telah ditentukan, lakukan pengujian kuat tekan pada benda uji dengan rumus sebagai berikut:

Hitungan kuat tekan dengan rumus

$$f_c = \frac{P}{A} \text{ (MPa)}$$

Ket:

P = Beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (m²)
(Hunggurami, E., et.al, 2014)

- Untuk pengujian absorpsi mengacu pada SNI 03-0349-1989, yaitu: benda uji seutuhnya direndam dalam air bersih yang bersuhu ringan, selama 24 jam. Kemudian benda uji diangkat dari rendaman, dan air sisanya dibiarkan meniris kurang lebih 1 menit. Lalu permukaan bidang diseka dengan kain lembab, agar air yang berlebihan di bidang permukaan benda uji terserap kain lembab tersebut. Benda uji tersebut ditimbang (A). setelah itu benda uji dikeringkan di oven dengan suhu $\pm 5^\circ\text{C}$, sampai beratnya pada 2 kali penimbangan tidak berbeda lebih

dari 0,2% dari penimbangan yang terdahulu (B). Selisih penimbangan dalam keadaan basah (A) dan keadaan kering (B) adalah jumlah penyerapan air, dan harus dihitung berdasarkan persen berat benda uji kering.

Penyerapan air (%) =

$$\frac{A-B}{B} \times 100\%$$

Ket:

A = Benda uji dalam keadaan basah

B = Benda uji dalam keadaan kering
(Hunggurami, E., et.al, 2014)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian karakteristik *eco*-batako yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi kuat tekan dan absorpsi air. Pengujian kuat tekan dan absorpsi air dilakukan pada umur 28 hari. Pengujian kuat tekan dan absorpsi air *eco*-batako dilakukan dalam sepuluh kali pengulangan dan diambil nilai rata-ratanya. Hasil pengujian kuat tekan dan pengujian absorpsi air *eco*-batako ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Absorpsi Air

Konsentrasi Penambahan Serbuk Serasah Lamun	Ukuran (mm)			Umur (hari)	Beban Maksimal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Absorpsi Air (%)
	Panjang	Lebar	Tinggi				
0%	50.2	49.7	51.2	28	40	16.21	11.51
	50	50.1	52.3	28	26.5	10.844	11.76
	50.5	50.5	51.5	28	40	16.238	12.44
	50.1	50.1	50.1	28	25.9	11.865	12.01
	50.2	50.2	52.2	28	37	15.122	13.4
	50.1	50	50.1	28	38	10.719	13.24
	50.1	50.1	53.1	28	28,6	8.427	12.16
	50.3	49.8	51.3	28	31.34	10.251	12.38
	50.1	50.1	52.1	28	29.7	8.141	12.58
	50.1	50	51.1	28	32.5	13.203	12.91
	Rata-rata					30.094	12.102

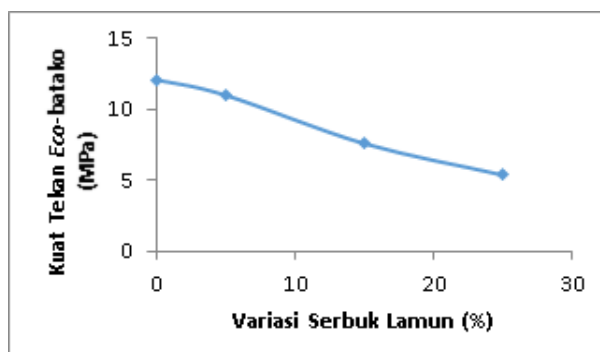
Konsentrasi Penambahan Serbuk Serasah Lamun	Ukuran (mm)			Umur (hari)	Beban Maksimal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Absorpsi Air (%)
	Panjang	Lebar	Tinggi				
5%	50.2	49.7	51.2	28	40	16.218	13.72
	50	50.1	52.3	28	26.5	10.874	13.56
	50.5	50.5	51.5	28	40	16.238	12.4
	50.1	50.1	50.1	28	20	7.965	14.14
	50.2	50.2	52.2	28	37	15.122	14.49
	50.1	50	50.1	28	19	7.719	13.84
	50.1	50.1	53.1	28	18	7.327	14.16
	50.3	49.8	51.3	28	18	7.255	14.33
	50.1	50.1	52.1	28	20	8.141	13.54
	50.1	50	51.1	28	32.5	13.203	13.92
Rata-rata					27.1	11.011	13.81
15%	51.2	51.7	51.1	28	19.45	9.044	14.98
	50.1	52.1	52.3	28	18.31	8.416	15.76
	50.3	51.5	51.5	28	17.53	6.529	15.81
	50.1	51.4	52.1	28	12.5	7.047	14.96
	50.2	52.2	52.2	28	13.42	7.979	14.88
	50.1	50.9	51.5	28	11.89	5.006	15.84
	50.1	52.1	53.1	28	13.89	6.263	14.57
	50.3	51.8	51.3	28	14.97	8.717	14.64
	50.3	52.1	52.1	28	17.5	9.167	15.83
	50.3	51.6	51.1	28	12.64	7.876	14.87
Rata-rata					15.21	7.6044	15.214
25%	50.2	50.1	52.6	28	15	6.082	14.98
	50.1	49.8	52.3	28	13.3	5.426	14.99
	50	60	53.5	28	12.5	5.529	14.8
	50.1	51.4	55.1	28	9.5	4.047	16.96
	50.2	52.2	55.2	28	10	4.079	14.88
	50	50.9	59	28	9	3.686	18.84
	50.1	52.1	55.6	28	11	6.263	18.57
	50	51.8	53.2	28	16.5	6.717	16.64
	50.1	52.1	52.8	28	17.5	7.167	14.83
	50.1	51.6	54	28	12	4.876	14.7
Rata-rata					12.63	5.3872	16.019

1. Analisa Kuat Tekan *Eco-Batako*

Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan untuk setiap variasi adalah 12,102 MPa untuk yang tanpa penambahan serbuk serasah lamun (0%), 11,011 MPa untuk penambahan

5%, 7,6044MPa untuk penambahan 15%, dan 5,3872MPa untuk penambahan 25%. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan tertinggi diperoleh dari *eco-batako* tanpa penambahan serbuk serasah lamun (variasi 0%) yaitu 12,102

MPa. Untuk kuat tekan terendah dari *eco*-batako dengan penambahan serbuk serasah lamun 25% yaitu 5,3872 MPa. Dari keseluruhan data yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi penambahan serbuk serasah lamun semakin rendah nilai kuat tekan *eco*-batako. Yang menyebabkan penurunan kekuatan tekan dari benda uji ini adalah daya ikat semen terhadap serbuk serasah lamun tidak kuat atau lemah. Hal tersebut diakibatkan oleh serat yang dikandung oleh serasah lamun cukup tinggi sehingga menciptakan pori-pori yang banyak dalam *eco*-batako. Walaupun demikian seluruh variasi sampel *eco*-batako masih memenuhi criteria batako berdasarkan SNI 03-06911996. Untuk variasi 0% dan 5% termasuk mutu I, variasi 15% termasuk mutu II, dan variasi 25% termasuk mutu III.

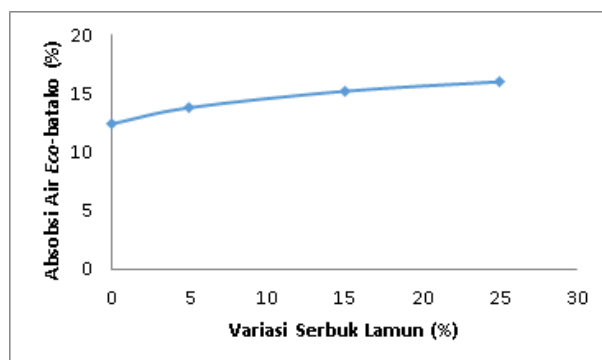


Gambar 2. Grafik hubungan kuat tekan terhadap variasi serbuk lamun pada *eco*-batako

2. Analisa Absorpsi Air *Eco*-Batako

Hasil penelitian menunjukkan untuk data pengujian absorpsi air adalah 12,439% untuk yang tanpa penambahan serbuk serasah lamun (0%), 13,81% untuk penambahan 5%, 15,215% untuk penambahan 15%, dan 16,019% untuk penambahan 25%. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai absorpsi air tertinggi diperoleh dari *eco*-batako dengan variasi penambahan serbuk serasah lamun 25% yaitu 16,019%. Untuk nilai absorpsi air terendah dari *eco*-batako dengan

penambahan serbuk serasah lamun 0% yaitu 13,81%. Dari keseluruhan data yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi penambahan serbuk serasah lamun semakin tinggi persentase kemampuan absorpsi air dari *eco*-batako. Hal tersebut diakibatkan oleh serat yang dikandung oleh serasah lamun cukup tinggi sehingga menciptakan pori-pori yang banyak dalam *eco*-batako. Berdasarkan SNI 03-06911996 tentang bata beton (batako), persyaratan nilai penyerapan air maksimum adalah 25% (Sumaryanto, D. Satyarno, I. & Tjokrodinulyo, K. 2009) sehingga seluruh sampel *eco*-batako masih memenuhi persyaratan standar nasional batako atau bata pejal.



Gambar 3. Grafik hubungan absorpsi air terhadap variasi serbuk lamun pada *eco*-batako

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan yang dilakukan terhadap sampel berupa *eco*-batako dengan variasi penambahan serbuk serasah lamun dapat disimpulkan:

1. Hasil penelitian menunjukkan semakin banyak konsentrasi penambahan serbuk serasah lamun semakin rendah nilai kuat tekan *eco*-batako dan sebaliknya semakin sedikit penambahan konsentrasi serbuk serasah lamun dalam *eco*-batako semakin rendah daya absorpsi airnya.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan penambahan

serbuk serasah lamun sebagai pengganti pasir terhadap kekuatan dan ketahanan *eco*-batako dengan tetap memperhatikan komposisi campuran.

3. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan SNI 03-06911996 untuk variasi 0% dan 5% termasuk mutu I, variasi 15% termasuk mutu II, dan variasi 25% termasuk mutu III.
4. Seluruh sampel *eco*-batako memiliki nilai absorpsi air dibawah 25% sehingga masih memenuhi persyaratan standar nasional batako atau bata pejal.

SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan terhadap pembuatan *eco*-batako dengan bahan tambahan serbuk serasah lamun maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan persentase yang bervariasi mengenai penggunaan serbuk serasah lamun sebagai bahan tambah dan pengurangan pasir dalam pembuatan *eco*-batako sehingga memberikan pengaruh terhadap kuat tekan dan absorpsi air.
2. Perlu pembuatan benda uji atau sampel yang lebih banyak, supaya data yang dihasilkan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Benyamin Lakitan. 2004. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan: Raja Grafindo Persada.

Campbell, S. J., L. J. McKenzie, S. P. Kerville. 2006. Photosynthetic responses of seven tropical seagrasses to elevated seawater temperature. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 330: 455-468

Erfteimeijer, P. L. A. and P. M. J. Herman. 1994. Seasonal changes in environmental variables, biomass, production and nutrient contents in two contrasting tropical intertidal seagrass beds in South Sulawesi, Indonesia. *Oecologia* 99: 45-59

Frick. H, 1999, *Ilmu Konstruksi Bangunan I*, Penerbit Kanisius : Yogyakarta.

Hemminga, M. A., and C. M. Duarte. 2000. *Seagrass ecology*. Cambridge University Press

Hunggurami, E, Wilhelmus B, Richardo Y, 2014. Studi Eksperimen Kuat Tekan dan Serapan Air Bata Ringan CLC dengan Tanah Putih sebagai Agregat. *Jurnal teknik Sipil Volume 3 Nomor 2 Undana*

Kahn, A. E., and M. J. Durako. 2006. *Thalassia testudinum* seedling responses to changes in salinity and nitrogen levels. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 335: 1-12

Kuo, J. 2007. New monoecious seagrass of *Halophila sulawesii* (Hydrocharitaceae) from Indonesia. Short communication. *Aquatic Botany* 87: 171-175

Masini, R. J., J. L. Cary, C. J. Simpson, A. J. McComb. 1995. Effects of light and temperature on the photosynthesis of temperate meadow-forming seagrasses in Western Australia. *Aquatic Botany* 49: 239-254

Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Djambatan, Jakarta

Ralph, P. J., M. J. Durako, S. Enriquez, C. J. Collier, M. A. Doblin. 2007. Impact of light limitation on seagrasses. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350: 176-193

SNI-03-3349-1996. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Pustran, Balitbang,

Departmen Pekerjaan Umum.

Udy, J. W., and W. C. Dennison. 1997. Growth and physiological responses

of three seagrass species to elevated sediment nutrients in Moreton Bay, Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 217: 253-277

PENGARUH KOMPOSISI PEREKAT TEPUNG PADA BIOBRIKET LIMBAH BAGLOG JAMUR

Widodo Hadi Prabowo¹⁾, Muhammad Viki Lutfiana²⁾, Rosid³⁾, Muhammad Burhanuddin Ubaidillah⁴⁾

¹⁾Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
email:D400140012@student.ums.ac.id

²⁾Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
email:D400140007@student.ums.ac.id

³⁾Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
email:D400140123@student.ums.ac.id

⁴⁾Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
email:D400150099@student.ums.ac.id

***Abstract**-Energy derived from biomass such as baglog waste that has been disposed or not utilized, is a waste that can be converted into alternative energy sources of fossil fuel. In this study waste baglog mushrooms are used as fuel by turning the waste into a composite comparison biobriket comparison A (1: 1: 1) namely with the composition of the starch 250 grams of the waste baglog 250 grams and water 250 ml, B ratio (1: 2: 2) namely with the composition of the starch 250 grams of the waste baglog 500 grams and water 500 ml, C ratio (1: 3: 3) namely with the composition of the starch 250 grams of the waste baglog 1000 grams and water 1000 ml, The purpose of this research is to assess the rate of burning, calorific value, ash content, steam of water content, carbon content and drop test bio-briquette. The results of the research obtained the best value of kalori, water content, carbon content and the content of the evaporating agent in A (1: 1: 1) biobriket of 4065,69 kal / g, 5% and 17,1%, for the best ash content found in sample B (1 : 2: 2) in the amount of 4.8%. The method used in this study baglog the destruction of the rest Baglog and drying, making flour starch, mixing starch with baglog waste, briquette pressing then dried*

***Keyword:** Baglog waste, biobriquet, fossil fuel, oyster mushroom*

Abstrak-

Energi yang berasal dari biomassa misalnya limbah baglog yang selama ini dibuang atau tidak dimanfaatkan, merupakan limbah yang dapat dikonversi menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Dalam penelitian ini limbah baglog jamur dimanfaatkan sebagai bahan bakar dengan cara mengubah limbah tersebut menjadi biobriket perbandingan komposisi yaitu perbandingan A (1:1:1) yaitu dengan komposisi tepung kanji 250 gram limbah baglog 250 gram dan air 250 ml, perbandingan B (1:2:2) yaitu dengan komposisi tepung kanji 250 gram limbah baglog 500 gram dan air 500 ml, perbandingan C (1:3:3) yaitu dengan komposisi tepung kanji 250 gram limbah baglog 1000 gram dan air 1000 ml. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk pengkajian laju pembakaran, nilai kalor, kadar abu, kadar air, kadar zat yang menguap, kadar karbon dan tes jatuh biobriket. Hasil penelitian memperoleh nilai kalor, kadar air, kadar karbon dan kadar zat yang menguap terdapat pada biobriket sampel A (1:1:1) sebesar 4065,69 kal/g, 5%, 17,1%, dan 71,4 % untuk kadar abu terbaik terdapat pada sampel B (1:2:2) sebesar 4,8 %. Metode yang digunakan dalam penelitian ini baglog tersebut penghancuran sisa baglog dan pengeringan, membuat adonan tepung kanji, pencampuran tepung kanji dengan limbah baglog, pengepresan biobriket kemudian dikeringkan

Kata kunci: Limbah baglog, biobriket, bahan bakar fosil, jamur tiram

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi manusia dari waktu ke waktu semakin meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk dan teknologi. Sehingga menyebabkan kelangkaan energi dan meningkatnya

harga minyak bumi di dunia. Demikian pula pemerintah Indonesia mengambil langkah untuk menetapkan kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) dan gas LPG. Agar beban masyarakat lebih ringan maka pemerintah menghimbau agar

dapat memanfaatkan bioenergi yang ada.

Bioenergi adalah energi yang berasal dari biomassa. Sedangkan pengertian dari biomassa adalah jumlah bahan hidup yang terdapat di dalam satu atau beberapa jenis organisme yang berada di dalam habitat tertentu. Biomasa pada umumnya dinyatakan dalam berat kering organisme persatuan luas habitat. Biomasa adalah salah satu sumberdaya hayati, merupakan energi matahari yang telah ditransformasi menjadi energi kimia oleh tumbuhan berhijau daun.

Kegiatan dibidang pertanian banyak menghasilkan limbah yaitu limbah padat, cair dan gas. Selama ini limbah yang dihasilkan oleh petani belum dimanfaatkan secara optimal, padahal limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif ataupun produk sampingan yang bernilai ekonomis, sehingga petani memperoleh nilai tambah dari hasil limbah pertanian. Salah satunya pembuatan biobriket dari limbah baglog jamur tiram. Biobriket dari limbah baglog jamur tiram yang dihasilkan dapat menjadi produk yang mempunyai nilai ekonomis.

Biobriket dari limbah baglog jamur tiram mampu mengubah limbah pertanian menjadi bahan bakar dengan efisiensi konversi cukup baik. Limbah baglog dari jamur tiram yang sudah tidak produktif jika tidak dimanfaatkan akan menjadi sampah yang menumpuk dan mengotori lingkungan, limbah baglog tersebut dapat dimanfaatkan antara lain dibuat sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil yaitu biobriket.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara pembuatan biobriket dari limbah baglog jamur tiram, mengetahui karakteristik biobriket tersebut dan sebagai alternatif bahan bakar yang ekonomis.

METODE

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan maret-juni 2017. Tempat pelaksanaan di Laboratorium Kantor BPSMB Surakarta.

Alat yang dipergunakan dalam penelitian alat pengepres ukuran, tong drum, kual, kompor, pengaduk kayu, pralon diameter 4 cm, tinggi 5 cm lubang tengah 0,5 cm, timbangan analog, kalorimeter, oven, cawan, tanur. Bahan yang digunakan untuk pembuatan biobriket adalah limbah baglog jamur tiram, korek api, tepung kanji, air, minyak tanah, plastik

1. Prosedur Penelitian

a. Proses Pembuatan Biobriket

Melakukan pengupasan plastik pada limbah baglog yang terbungkus plastik dan limbah baglog tersebut yang menggumpal dihancurkan agar menjadi rata menjadi serpihan serbuk, kemudian disaring dengan ukuran 60 mesh setelah itu tahap pengeringan, pengeringan ini bertujuan untuk menghilangkan lendir dan air menguap, pengeringan tersebut membutuhkan waktu 3-4 hari, baglog yang sudah kering warnanya akan tampak muda, kemudian membuat biobriket dengan komposisi limbah baglog yang sudah kering, tepung kanji, air mendidih dengan perbandingan antara lain :

- 1) Biobriket A dengan perbandingan 1:1:1 yaitu dengan komposisi tepung kanji 250 gram, limbah baglog 250 gram, air hangat 250 ml
- 2) Biobriket B dengan perbandingan 1:2:2 yaitu dengan komposisi tepung kanji 250 gram, limbah baglog 50 gram dan air hangat 500 ml
- 3) Biobriket C dengan perbandingan 1:3:3 yaitu

dengan komposisi tepung kanji 250 gram, limbah baglog 1000 gram, air hangat 1000 ml dengan pencampuran tepung kanji yang sudah diberi air hangat yaitu limbah baglog yang sudah dikeringkan dan diaduk hingga rata kemudian mencetak adonan dan dipres dengan tekanan 50 kg/cm² biobriket hingga padat kemudian dikeluarkan dari cetakan dan dikeringkan selama 4-6 hari, setelah padat dan kering biobriket siap digunakan.

b. Uji Karakteristik Biobriket

Bahan bakar padat memiliki karakteristik dasar sebagai berikut

1) Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah satuan panas yang dihasilkan persatuan bobot dari proses pembakaran cukup oksigen dari suatu bahan yang mudah terbakar. Nilai kalor yang diperoleh melalui oksigen bomb calorimeter dengan medel PAAR 1755 EF dengan persamaan sebagai berikut

$$HHV = \frac{(\Delta T \times EEV) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \quad (1)$$

Dimana,

HHV = Highest heating Value (kal/gram)

ΔT = kenaikan suhu pembakaran di dalam bom kalori meter (°C)

EEV = energi ekivalen saat terjadi pembakaran (kal/°C)

e₁ = koreksi panas karena pembentukan asam (kal)

e₂ = koreksi panas pembakaran dari kawat pembakar (kal)

e_s = koreksi sulphur yang ada dalam bahan bakar (kal/g)

m = berat contoh (g)

2) Kadar Air

Prosedur pengukuran kadar air dengan menggunakan oven dan timbangan analog. Contoh sampel uji ditimbang sebanyak 2 gram, kemudian dimasukkan dalam oven 105-110 selama waktu 1 jam. Setelah dipanaskan dari oven kemudian ditimbang lagi. Perhitungan kadar presentase kadar air yang terkandung dalam biobriket tersebut dengan menggunakan standart ASTM D-3173-03 dengan persamaan sebagai berikut

Kadar air (%) =

$$\frac{G_0 - G_1}{G_0} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana,

G⁰ = berat contoh sampel sebelum dikeringkan (gr)

G₁ = berat contoh sampel sesudah dikeringkan dengan temperatur 105-110 (gr)

3) Kadar Abu

Kadar abu pengujian dengan menggunakan cawan, tanur dan timbangan analog, untuk mendapatkan nilai kadar abu maka diperlukan perhitungan dengan standar ASTM D-3173-03 sebagai berikut

Kadar abu (%) =

$$\frac{C}{A} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana,

C = berat abu (gr)

A = berat bahan sebelum peng-
abuan (gr)

4) Kadar zat yang menguap
(Volatile Matter)

Penentuan zat mudah menguap adalah contoh uji ± 5 gr setelah diukur berat awal, dimasukkan kedalam cawan porselin dan diturunkan dengan suhu 900°C . Contoh uji didinginkan di dalam tanur, setelah dingin tidak ada cuplikan putih (abu), contoh uji dimasukkan kedalam desikator, setelah 1 jam ditimbang sebagai berat (dikurangi berat cawan). Prosedur perhitungan kadar zat yang menguap menggunakan standar ASTM D-3173-03 dengan rumus

Volatile Matter, % =

$$\frac{E - D}{E} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana:

E = berat contoh sampel sebelum dikeringkan (gr)

D = berat contoh sampel sesudah dikeringkan dengan temperature 900 (gr)

5) Kadar Karbon Terikat (Fixed Carbon)

Kandungan karbon terikat (fixed carbon), yaitu komponen yang bila terbakar tidak membentuk gas yaitu karbon tetap yang terdapat pada bahan bakar padat berupa biobriket. Analisa kadar karbon terikat dapat menggunakan persamaan

$$\text{FC} = 100\% - (\text{VM} + \text{Kadar air} + \text{Kadar abu})\% \quad (5)$$

Dimana,

FC = Fixed Carbon

VM = Volatile Matter

6) Drop Test

Drip test dilakukan untuk menguji ketahanan biobriket dengan benturan pada permukaan keras dan datar ketika dijatuhkan dari ketinggian 2 meter. Prosedur perhitungan drop test biobriket dengan menggunakan standar ASTM D 440-86 R02 dengan rumus

Drop test

$$\% = \frac{A - B}{A} \times 100\% \quad (6)$$

Dimana,

A = Berat biobriket sebelum di-
jatuhkan (gram)

B = Berat biobriket setelah di-
jatuhkan (gram)

7) Laju pembakaran

Untuk mendapatkan laju pembakaran sesaat (m) dapat menggunakan rumus,

$$m = \frac{\Delta m}{\Delta t} \quad (7)$$

dimana :

Δm = laju pengurangan massa (g)

Δt = waktu (s).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil uji karakteristik bahan perekat tepung kanji, air mendidih dan tepung kanji dengan perbandingan A (1:1:1), perbandingan B (1:2:2), perbandingan C (1:3:3). Ukuran biobriket

tersebut diameter 4 cm, tinggi 5 cm lubang tengah 0,5 cm seperti pada gambar 1.



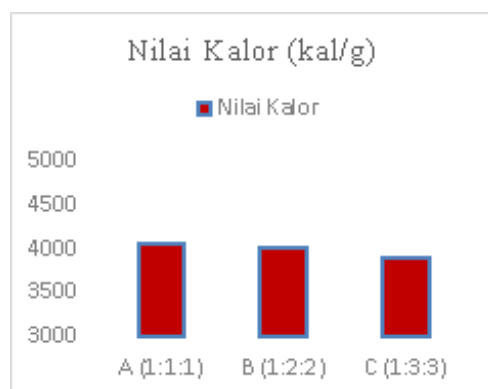
Gambar 1. Biobriket dari limbah baglog jamur

1. Pengaruh Perekat Terhadap Nilai Kalor

Tabel 1. Hasil Pengujian Nilai Kalor

Sampel	Nilai Kalor (kal/g)	SNI pada Arang Kayu
A (1:1:1)	4065,69	Min 5000
B (1:2:2)	4004,32	
C (1:3:3)	3904,10	

Nilai kalor dapat diketahui dengan menggunakan bomb calorimeter, dan memperoleh hasil seperti pada Tabel 1.



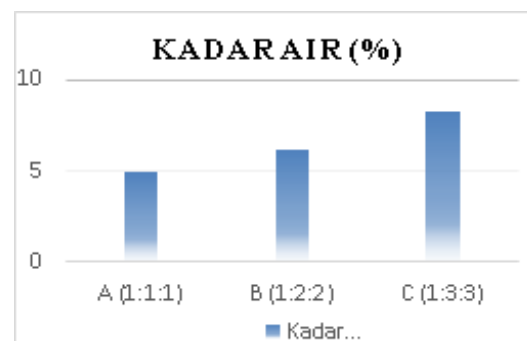
Gambar 1. Grafik perbandingan komposisi pada biobriket terhadap nilai kalor

2. Pengaruh Perekat Terhadap Kadar Air

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Air

Sampel	Kadar Air (%)	SNI pada Arang Kayu
A (1:1:1)	5	Max 8
B (1:2:2)	6,2	
C (1:3:3)	8,3	

Dari hasil pengujian kadar air diperoleh kadar air terendah yaitu 5% pada sampel A (1:1:1), kadar air tertinggi pada sampel C (1:3:3) yaitu 8,3%. Pada Grafik 2 dapat dilihat pengaruh variasi komposisi terhadap kadar air yang dihasilkan. Kenaikan komposisi ranting pada briket akan berpengaruh terhadap besar kadar airnya. Sehingga dari data tersebut komposisi terbaik menurut kadar airnya adalah variasi biobriket A (1:1:1) dengan kadar air 5%.



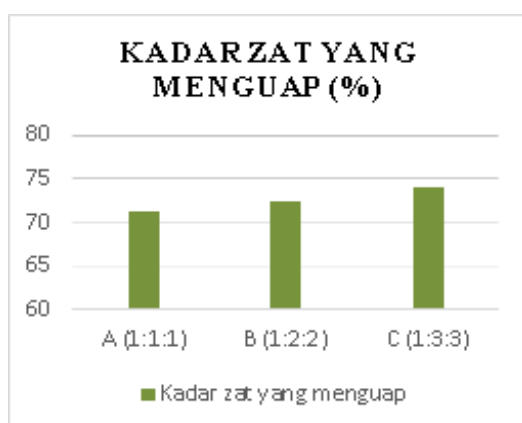
Gambar 2. Grafik perbandingan komposisi pada biobriket terhadap kadar air

3. Pengaruh Perekat Terhadap Kadar Zat yang Menguap

Tabel 3. Hasil Pengujian Kadar Zat yang Menguap

Sampel	Kadar Zat yang Menguap (%)	SNI pada Arang Kayu
A (1:1:1)	71,4	
B (1:2:2)	72,5	Max 15
C (1:3:3)	74	

Dari tabel diatas pada semua komposisi sampel biobriket tidak termasuk SNI, karena kadar zat yang menguap tinggi maka asap yang keluar pada saat pembakaran akan tinggi.



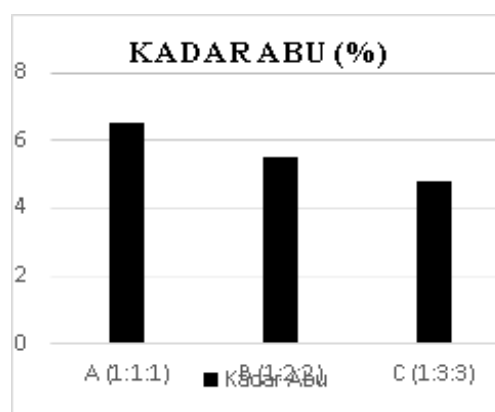
Gambar 3. Grafik perbandingan komposisi pada biobriket terhadap kadar zat yang menguap

4. Pengaruh Perekat Terhadap Kadar Abu

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Abu

Sampel	Kadar Abu (%)	SNI pada Arang Kayu
A (1:1:1)	6,55	Max 8
B (1:2:2)	5,5	
C (1:3:3)	4,8	

Kandungan Abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor biobriket limbah baglog, sehingga kualitas biobriket tersebut menurun. Kadar abu tertinggi terdapat pada sampel A (1:1:1) yaitu 6,55 dan kadar abu terendah terdapat pada sampel C (1:2:2) yaitu sebesar 4,8. Kadar abu pada semua sampel sudah termasuk SNI.



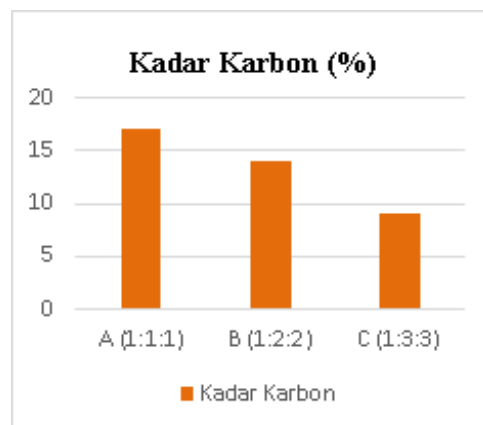
Gambar 4. Grafik perbandingan komposisi pada biobriket terhadap kadar abu

5. Pengaruh Perekat Terhadap Kadar Karbon

Tabel 5. Hasil Pengujian Kadar Karbon

Sampel	Kadar Karbon (%)	SNI pada Arang Kayu
A (1:1:1)	17,1	
B (1:2:2)	14	Min 77
C (1:3:3)	9	

Keberadaan kadar karbon didalam biobriket limbah baglog dipengaruhi oleh nilai kadar abu dan kadar zat yang menguap. Kadarnya akan bernilai tinggi apabila kadar abu dan kadar zat yang menguap rendah. Pada tabel 5 menunjukkan bahwa semua sampel tidak termasuk SNI.



Gambar 5. Grafik perbandingan komposisi pada biobriket terhadap kadar karbon

KESIMPULAN

Pada biobriket limbah baglog dengan karakteristik terbaik dengan sampel A (1:1:1) yaitu dengan komposisi tepung kanji sebesar 250 gram, limbah baglog 250 gram dan air hangat 250 ml dimana nilai kalor tersebut sebesar 4065,69 kal/g kualitas biobriket akan meningkat seiring bertambahnya bahan perekat karena bahan perekat memiliki sifat dapat meningkatkan nilai kalor karena mengandung unsur C dan tidak melalui proses karbonisasi sehingga nilai kalor tersebut tidak memenuhi standar, kadar air sebesar 5%, kadar karbon 17,1% dan kadar zat yang menguap sebesar 71,4 % . pada kadar abu terbaik terdapat pada sampel C (1:3:3) sebesar 4,8% karena kadar abu yang rendah akan menaikkan nilai kalor pada biobriket. Dari lima analisa yang telah dilakukan terdapat beberapa yang tidak memenuhi standar SNI. Jadi dapat disimpulkan bahwa limbah baglog kurang layak dijadikan bahan bakar biobriket.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada petani jamur adik viki di desa kutowinangun kecamatan tingkir kota salatiga yang telah memberikan limbah baglog dan kantor BPSMB surakarata yang telah membantu dalam pengujian biobriket.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (DESDM). (2004). *Statistik Energi Indonesia*
- Earl, D.E., 1974. A report on Corcoal, AndreMeyer Researc Fellow.FAO. Rome.
- Haygreen, J.G dkk. 1989. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu Semua Pengantar. Diterjemahkan oleh Sutjipto A. Hadikusumo. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hendra, D. 1999. Bahan Baku Pembuatan Arang dan Briket Arang. Litbang Hutan.Gunung Batu. Bogor.
- Sulistyanto. 2006. Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubaradan Sabut Kelapa. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta. Hal. 45-52
- Sani, Hardy Rakhman. 2009. Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kulit Kacang Cabang dan Ranting Pohon Sengon serta Sebetan Bambu. Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Masnun. "Teknologi Pembuatan Biobriket dari Limbah Baglog." <http://bppjambi.info/newspopup.asp?id=739>. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2016
- Satmoko. 2013. Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sanggon Pada Tekanan Kompaksi 6000 Psig. *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Pane, E. 2015. Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka dan Penambahan Kapur Dalam Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku Pelepah Aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4 (2) : 32-38.

KAJIAN KOMUNITAS EKOR PEGAS (COLLEMBOLA) PADA PERKEBUNAN APEL (*MALUS SYLVESTRIS* MILL.) DI DESA TULUNGREJO BUMIAJI KOTA BATU

Widyarnes Niwangtika, Ibrohim

Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang 65145, Indonesia
Email korespondensi : widya.tikka@yahoo.com

Abstract-This research was conducted in order to determine composition, diversity, evenness, richness, important value index of springtail, and correlation between abiotic environment factor (temperature, pH and moisture) and diversity of springtail. Sampling was done using nylon sieve and pitfall trap, and this research was conducted in April-June 2014 in Tulungrejo village, Batu city. The result from this research, there are 11 species, 10 genera and 5 families of springtail. Diversity index of springtail both using nylon sieve and pitfall trap in apple plantation categorized medium diversity. The result of important index value analyze showed that *Entomobrya multifasciata* has highest value. Based on regression analysis, abiotic factor has significant influence on diversity index of infauna.

Keywords: Community, Collembola, Apple Plantation.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang mempunyai bermacam-macam tanaman perkebunan. Tanaman perkebunan yang banyak dikembangkan di Indonesia salah satunya adalah tanaman buah dan buah apel (*Malus sylvestris* Mill.) merupakan salah satunya. Tanaman apel adalah tanaman yang berperan penting bagi pemenuhan gizi masyarakat dan pendapatan petani. Sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk maka kebutuhan akan buah apel semakin meningkat, sehingga upaya peningkatan produksinya terus dilakukan (Sudiarso, 1994). Sampaisaat ini belum banyak daerah di Indonesia yang mengembangkan tanaman ini. Daerah yang telah dikenal memiliki wilayah pengembangan cukup luas adalah Kota Batu, Propinsi Jawa Timur (Triwiratno, 2008).

Perkebunan apel di Desa Tulungrejo Bumiaji salah satunya adalah yang dikelola Bapak Hadi. Perkebunan ini mulai ditanami Apel pada tahun 1996. Apel pada perkebunan ini terdiri dari dua varietas yaitu varietas Anna dan

varietas Manalagi. Pada perkebunan apel ini pupuk yang digunakan adalah pupuk kombinasi yaitu pupuk kandang dan pupuk pabrik. Pupuk kandang yang digunakan berasal dari kotoran ayam potong sedangkan pupuk pabrik yang digunakan adalah pupuk ZA. Pemberian pupuk kombinasi pada perkebunan apel ini menurut petani dimaksudkan agar buah apel yang ditanam di perkebunan ini pertumbuhannya cepat dan buahnya terasa manis.

Pertumbuhan buah apel pada perkebunan umumnya dapat dipengaruhi oleh keadaan tanah yang subur. Hewan tanah memiliki kontribusi yang sangat besar untuk menentukan tingkat kesuburan tanah. Fauna tanah yang berperan sebagai detritivor dapat membantu dalam rehabilitasi tanah dan juga berpengaruh terhadap kehidupan disekitar fauna tanah itu berada (Takeda, 1981). Salah satu fauna tanah yang sangat berperan dalam menentukan keadaan tanah adalah Collembola. Collembola merupakan hewan mikro yang mempunyai persebaran luas. Habitat

alami Collembola adalah permukaan tanah yang banyak mengandung humus dan serasah. Pada lahan yang mempunyai jumlah serasah melimpah komunitas Collembola akan lebih banyak. (Amir, 2008).

Collembola merupakan hewan dengan peran yang besar. Peran Collembola diantaranya adalah sebagai perombak bahan organik, pemakan jamur, indikator perubahan keadaan tanah, dan pemangsa (Suhardjono, dkk 2012). Penelitian yang banyak dilakukan saat ini yaitu fungsi Collembola sebagai indikator perubahan tanah. Collembola merupakan hewan yang mempunyai peran aktif dalam pengaturan perbandingan C/N tanah. Perbandingan C/N tanah merupakan parameter laju perombakan bahan organik. Kandungan bahan organik yang tinggi dapat meningkatkan kepadatan populasi Collembola (Ummi, 2007). Namun disamping itu, tumbuhan tidak dapat mengasimilasi apabila perbandingan C/N bahan organik dalam tanah lebih dari 20 (Takeda, 1981; Susetya, 2012).

Berdasarkan berbagai pertimbangan akan pentingnya penelitian mengenai komposisi populasi Collembola, maka diadakan penelitian ini untuk memberikan suatu pengetahuan baru mengenai organisme penyubur tanah sehingga dapat dimanfaatkan banyak kalangan dalam pengelolaan tanah.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif. Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan komunitas Collembola yang dikaji berdasarkan komposisi, keanekaragaman, kemerataan, indeks nilai penting serta pengaruh faktor abiotik terhadap keanekaragaman Collembola. Penelitian dimulai dari bulan April-Juni 2014. Pengambilan

sampel dilakukan di perkebunan apel Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu dan pengamatan sampel Collembola dilakukan di Laboratorium Biologi ruang 107 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang. Objek yang diteliti dalam penelitian ini adalah Collembola yang hidup dipermukaan tanah (epifauna) yang tertangkap dengan *pitfall trap* dan Collembola yang hidup didalam tanah (infauna) yang tertangkap dengan metode isolasi basah pada perkebunan apel di Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu.

Collembola yang ditemukan selama penelitian diidentifikasi morfologinya dan dijabarkan secara deskriptif, kemudian dihitung komposisi, keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan serta menganalisis hubungan faktor abiotik terhadap keanekaragaman. Data komposisi Collembola yang berhasil ditangkap disajikan berupa jumlah dari hasil identifikasi yang telah dilakukan pada masing-masing plot, sedangkan analisis data indeks Keanekaragaman menggunakan Indeks Keanekaragaman *Shannon-Wiener*, dan untuk mengetahui hubungan faktor abiotik terhadap keanekaragaman, kemerataan dan kekayaan digunakan analisis korelasi regresi.

HASIL PENELITIAN

1. Komposisi Spesies Ekor Pegas (Collembola) pada Perkebunan Apel

Hasil pengamatan komposisi Collembola pada perkebunan apel secara keseluruhan ditemukan sebanyak 5 famili, 10 genus dan 11 Spesies. Famili yang ditemukan pada perkebunan apel selama penelitian ini adalah Hypogastruridae, Neanuridae, Tomoceridae, Isotomidae, dan Entomobryidae. Jumlah famili yang paling banyak ditemukan adalah famili Entomobryidae. Hasil pengamatan

komposisi Collembola epifauna perkebunan apel dapat dilihat pada Tabel dan infauna yang ditemukan pada 1 dan 2.

Tabel 1. Komposisi Collembola Epifauna pada Perkebunan Apel

No	Famili	Genus	Nama Spesies
1	Tomoceridae	Tomocerus	<i>Tomocerus sp</i>
2	Isotomidae	Pseudisotoma	<i>Pseudisotoma sp</i>
3	Entomobryidae	Ascocyrtus	<i>Ascocyrtus bispinosus</i>
4	Entomobryidae	Entomobrya	<i>Entomobrya multifasciata</i>
5	Entomobryidae	Entomobrya	<i>Entomobrya proxima</i>
6	Entomobryidae	Heteromurus	<i>Heteromurus sp</i>
7	Entomobryidae	Homidia	<i>Homidia sp</i>

Tabel 2. Komposisi Collembola Infauna pada Perkebunan Apel

No	Famili	Genus	Nama Spesies
1	Hypogastruridae	Hypogastrura	<i>Hypogastrura sp</i>
2	Neanuridae	Neanura	<i>Neanura sp</i>
3	Entomobryidae	Entomobrya	<i>Entomobrya multifasciata</i>
4	Entomobryidae	Sinella	<i>Sinella sp</i>
5	Entomobryidae	Rambutsinella	<i>Rambutsinella sp</i>

2. Keanekaragaman, Kemerataan dan Kekayaan jenis Collembola pada lahan Perkebunan Apel

Hasil analisis indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* didapatkan hasil keanekaragaman jenis epifauna dan infauna yang tergolong sedang. Sedangkan untuk indeks kemerataan

didapatkan hasil kemerataan jenis epifauna dan infauna yang tergolong kecil dan pada indeks kekayaan didapatkan hasil kekayaan jenis epifauna dan epifauna yang tergolong rendah. Hasil analisis indeks keanekaragaman, kemerataan dan kekayaan jenis Collembola dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Indeks Keanekaragaman, Kemerataan dan kekayaan Collembola pada Perkebunan Apel

	Keanekaragaman (H')	Kemerataan (E)	Kekayaan (R)
Epifauna	1,627	0,217	1,476
Infauna	1,531	0,253	1,398

Keterangan :

H' : Indeks Keanekaragaman Shanon-Wiener

E : Indeks kemerataan *Evennes*

R : Indeks kekayaan *Richness*

$E < 0,4$: Kemerataan populasi kecil

$0,4 < E < 0,6$: Kemerataan populasi sedang

$E > 0,6$: Kemerataan populasi tinggi

$R_1 < 3,5$: Kekayaan jenis yang tergolong rendah,

$R_1 = 3,5 - 5,0$: Kekayaan jenis tergolong sedang

$R_1 > 5,0$: Kekayaan jenis tergolong tinggi (Megurran, 1988).

3. Indeks Nilai Penting Spesies Ekor Pegas (Collembola) pada Perkebunan Apel.

Hasil analisis indeks nilai penting diketahui spesies yang paling dominan adalah *Entomobrya multifasciata* dari famili Entomobrydae. Nilai tertinggi pada analisis indeks nilai penting ini

menunjukkan bahwa spesies *Entomobrya multifasciata* merupakan spesies yang mempunyai peranan dan penguasaan paling besar dalam komunitas Collembola di perkebunan apel. Hasil analisis indeks nilai penting (INP) Collembola epifauna dan infauna pada perkebunan apel dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Indeks Nilai Penting Tertinggi pada Collembola di Perkebunan Apel

No	Famili	Nama Spesies	Jumlah spesies infauna	INP infauna	Jumlah spesies epifauna	INP epifauna
1.	Entomobrydae	<i>Entomobrya multifasciata</i>	168	81,55	364	46,71714

4. Hubungan Faktor Abiotik Terhadap Keanekaragaman, Kemerataan dan Kekayaan Jenis Collembola pada Perkebunan Apel

Hasil analisis terhadap faktor abiotik yang berperan dalam keanekaragaman Collembola diketahui kelembaban merupakan faktor dengan sumbangan efektif terbesar yakni 45%. Faktor abiotik yang diukur dalam penelitian ini meliputi pH, suhu dan kelembaban tanah. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Sumbangan Efektif Tiap Variabel

No	Variabel bebas	Sumbangan efektif (%)
1	pH	4,953
2	Suhu	16,3134
3	Kelembaban	45,0072
Jumlah		56,3676

5. Hubungan Kandungan C/N Organik Terhadap Keanekaragaman Kemerataan dan Kekayaan Jenis Collembola pada Perkebunan Apel

Hasil analisis korelasi yang dilakukan didapatkan hasil bahwa kandungan C/N organik tanah mempunyai pengaruh terhadap kemerataan dan kekayaan infauna dan epifauna. Sedangkan kandungan C/N organik serasah tidak

berpengaruh pada keanekaragaman, kemerataan dan kekayaan jenis infauna maupun epifauna. Hasil analisis kandungan C/N organik pada tanah dan serasah dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Rerata Hasil Pengukuran Bahan Organik Tanah dan Serasah di Perkebunan Apel Tiap

No	Sampel	C (%)	N (%)	Rasio C/N
1	Sampel tanah	16,02	0,65	24,55
2	Sampel serasah	30,94	1,66	18,67

PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan terhadap Collembola pada perkebunan apel menunjukkan bahwa komposisi secara keseluruhan terdiri dari 11 spesies, 10 genus dan 5 famili. Collembola yang banyak ditemukan pada perkebunan apel adalah Collembola dari famili Entomobrydae yang termasuk dalam ordo Entomobryomorpha. Famili Entomobrydae merupakan famili Collembola yang banyak hidup dipermukaan tanah dan serasah yang mulai membusuk (Jumar, 2000). Collembola pada umumnya dikenal sebagai organisme yang hidup di tanah serta mempunyai peranan penting dalam perombak bahan organik (Indriyati dan

Wibowo, 2008).

Hasil analisis indeks keanekaragaman Collembola menggunakan indeks Shanon-Wiener, pada perkebunan apel baik infauna (1,6) maupun infauna (1,5) dikategorikan rendah (Megurran, 1988). Keanekaragaman yang rendah dapat disebabkan karena adanya pengaruh faktor abiotik serta ekosistem yang terkendali misalnya dengan pengolahan lahan yang dilakukan oleh petani setempat (Dharmawan dkk., 2005). Hasil analisis indeks kemerataan pada penelitian ini diperoleh indeks kemerataan sebesar 0,21 pada epifauna dan 0,25 pada infauna. Nilai tersebut tergolong kategori kemerataan populasi kecil (Megurran, 1988). Kemerataan jenis yang rendah dapat diakibatkan karena tiap spesies mempunyai jumlah individu yang relatif berbeda-beda dan tidak ada yang mendominasi (Krebs, 1989; Mas'ud dkk., 2011). Kekayaan jenis Collembola pada perkebunan ini menunjukkan hasil pada epifauna diperoleh nilai sebesar 1,4 dan pada infauna diperoleh nilai sebesar 1,3. Nilai-nilai tersebut tergolong dalam kekayaan jenis rendah (Megurran (1988)).

Collembola jenis epifauna dan infauna yang didapatkan pada penelitian ini memiliki jumlah yang berbeda-beda. Jumlah individu Collembola yang ditemukan sebagian besar merupakan epifauna. Collembola epifauna hidup dipermukaan tanah dan serah dan memiliki ciri furca berkembang dengan baik (Borrer, 1992). Collembola yang banyak ditemukan berasal dari spesies *Entomobrya multifasciata* dengan INP 81,55. Jenis yang mempunyai indeks nilai penting terbesar merupakan jenis yang paling dominan atau berarti pula jenis tersebut mempunyai tingkat kesesuaian terhadap tempat hidup dibandingkan dengan jenis lain (Soerianegara dan Indrawan, 2002). Namun terdapat beberapa jenis epifauna yang ditemukan

berada dalam tanah. Hal tersebut dapat disebabkan berbagai faktor salah satunya karena tingkat kekeringan atau kebasahan tanah yang berlebihan serta suhu lapisan permukaan tanah yang ekstrim tinggi atau rendah (Haryoko, 2010).

Hasil analisis regresi faktor abiotik terhadap keanekaragaman, kemerataan dan kekayaan jenis Collembola pada perkebunan apel diketahui bahwa faktor abiotik mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap keanekaragaman Collembola yang ditemukan di dalam tanah (infauna). Variabel yang mempunyai sumbangan efektif tertinggi dan berarti mempunyai peranan paling besar terhadap keanekaragaman infauna adalah kelembaban tanah. Kelembaban tanah mengindikasikan kandungan air tanah yang berada disekitar tempat hidup Collembola. Kelembaban mempunyai peran penting dalam menentukan pola distribusi Collembola (Christiansen, 1990; Suhardjono, 2012).

Hasil analisis korelasi terhadap kandungan bahan organik dan keanekaragaman Collembola menunjukkan adanya hubungan anatara keduanya. Artinya kandungan C/N pada tanah memiliki hubungan dengan homogenitas dan cacah individu Collembola dalam penelitian. Kandungan C/N pada tanah merupakan kandungan yang paling banyak diperlukan oleh mikroorganisme yang mendekomposisi bahan organik (Susetya, 2012). Mikroorganisme dekomposer seperti jamur dan bakteri merupakan makanan utama bagi Collembola, sehingga keberadaannya secara tidak langsung dapat mempengaruhi kemerataan Collembola (Umami, 2007). Pada pengamatan pengaruh C/N serasah terhadap keanekaragaman, kemerataan dan kekayaan didapatkan hasil kandungan C/N serasah tidak mempunyai hubungan pada ketiga

variabel. Hal tersebut dikarenakan sampel serasah yang diambil selama penelitian mempunyai keadaan yang berbeda. Sebagian serasah ada yang sudah membusuk dan sebagian serasah belum mengalami pembusukan. Collembola umumnya lebih menyukai habitat dengan serasah yang telah membusuk dan terfermentasi. Serasah yang masih segar atau baru jatuh dari pohon umumnya tidak menjadi pilihan Collembola karena teksturnya yang masih keras sehingga membuat Collembola belum mampu menggigitnya (Suhardjono dkk, 2012).

KESIMPULAN

1. Komposisi Collembola pada lahan perkebunan apel yang ditemukan terdiri dari 5 famili, 10 genus dan sebanyak 11 spesies. Spesies paling banyak ditemukan adalah jenis *Entomobrya multifasciata*.
2. Nilai indeks keanekaragaman Collembola infauna dan epifauna termasuk kategori keanekaragaman rendah.
3. Indeks nilai penting (INP) spesies tertinggi pada penelitian ini dimiliki oleh *Entomobrya multifasciata*. Jenis yang mempunyai indeks nilai penting terbesar, merupakan jenis yang paling dominan atau berarti pula jenis tersebut mempunyai tingkat kesesuaian terhadap tempat hidup dibandingkan dengan jenis lain.
4. Faktor abiotik memberikan pengaruh signifikan terhadap keanekaragaman jenis Collembola dan variabel bebas yang paling mempengaruhi adalah kelembaban tanah.
5. Kandungan C/N organik mempunyai hubungan terhadap keanekaragaman, pemerataan dan kekayaan jenis Collembola. Sedangkan Kandungan C/N serasah tidak mempunyai hubungan terhadap keanekaragaman,

kemerataan dan kekayaan jenis Collembola.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang komunitas Collembola dengan rentang waktu yang lebih panjang misalnya membandingkan antara musim hujan dan kemarau.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai peranan faktor abiotik terhadap komposisi ekor pegas (Collembola) pada perkebunan apel.

DAFTAR RUJUKAN

- Amin, F. 2007. Penerapan Pengendalian Hayati Hama Terpadu Terhadap Keanekaragaman Arthropoda Pada Pertanaman Kedelai. *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Dharmawan, A. Tuarita, H. Ibrohim. 2005. *Ekologi Hewan*. Malang: UM Press.
- Haryoko, Wendy. 2010. Keanekaragaman dan Distribusi Collembola di Permukaan Lantai Gua Tegoguo di Kaligesing Purworejo Jawa Tengah. *Skripsi* : Tidak Diterbitkan.
- Krebs, J.C. 1989. *Ecological Methodology*. New York. Herper Collins Pblisher.
- Magurran, Anne E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. New Jersey: Princeton University Press.
- Mas'ud A, Sundari. 2011. Kajian Struktur Komunitas Epifauna Tanah di Kawasan Hutan Konservasi Gunung Sibela Halmahera Selatan Maluku Utara. *Bioedukasi* Volume 2, nomor 1: 7-15.
- Soerianegara, I dan A. Indrawan. 2002. *Ekologi Hutan Indonesia*. Bogor : Institut Pertanian Bogor Press.
- Suhardjono, Yayuk Rahayuningsih. Deharveng, Louis. Bedos Anne.

2012. *Collembola (Ekor Pegas)*. Cibubur : Vegamedia.
- Suin, N.M. 1997. *Ekologi Hewan Tanah*. Jakarta: Penarbit Bumi aksara.
- Susetya, Darma. 2012. *Panduan Lengkap Pembuatan Pupuk Organik*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Takeda, H. 1981. Effect of Shifting Cultivation on The Soil Meso-Fauna with Special References to Collembolan Population in North-East Thailand Memoir of College of Agriculture Kyoto University. 18 : 44-60
- Triwiratno, A. 2008. *Koleksi Varietas Baru Apel dari Negara Belanda*. Majalah Sinar Tani Edisi : 17. Batu : Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika.
- Umami, R.Z. 2007. Studi Keanekaragaman Serangga Tanah di UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi-LIPI. *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Malang.

POTENSI TANNIN PADA RAMUAN NGINANG SEBAGAI INSEKTISIDA NABATI YANG RAMAH LINGKUNGAN

¹Wulanda Setty Siamtuti,¹Renika Aftiarani,¹Zulvika Kusuma Wardhani,²Nanang Alfianto,³Indra Viki Hartoko,

¹Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta

²Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta

³Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Email: wulandasetty@gmail.com

Abstrack-Tannin is a molecular compound that produced by plants and acts as an antinutrient and enzyme inhibitor, resulting in low starch hydrolysis and decreasing response to blood sugar on animals. Tannin active substance has potential to be used as a plant-based insecticide. There are several types of plants or plants that can produce tannins, including betel nut plants, acacia plants, cork, mangroves, pine and gambier. Gambier is commonly used by the society of Indonesia for nginang activities. The ingredients in nginang include betel, tobacco, gambier and whiting. In order to develop organic farming / eco-friendly organic insecticides are highly potential for use because they are safe for humans and livestock and also be natural preservatives as well as selectively controlling plant-disturbing organisms in food plants that are already immune to synthetic chemicals. The purpose of this program is to create an innovative organic pesticide that made from nginang ingredients as the main ingredient by the name of INSEKDUBANG (Insecticide Idu Abang). Determination of tannin total equivalent tannic acid using test method in the form of Spektrofotometri.

Keywords: tannin, organic insecticide, insekdubang

Abstrak-Tannin merupakan senyawa molekul yang dihasilkan oleh tanaman dan berperan sebagai penolak nutrisi (antinutrient) dan penghambat enzim (enzyme inhibitor) sehingga mengakibatkan rendahnya hidrolisis pati dan menurunkan respons terhadap gula darah pada hewan. Zat aktif tannin potensial digunakan sebagai insektisida nabati. Ada beberapa jenis tumbuh-tumbuhan atau tanaman yang dapat menghasilkan tannin, antara lain tanaman pinang, tanaman akasia, gabus, bakau, pinus dan gambir. Gambir biasa digunakan oleh masyarakat Indonesia untuk kegiatan nginang. Bahan-bahan pada nginang antara lain sirih, tembakau, gambir dan kapur sirih. Dalam rangka mengembangkan pertanian organik/ramah lingkungan insektisida organik sangat berpotensi untuk digunakan sebab aman untuk manusia dan binatang ternak dan dapat juga sebagai bahan pengawet alami serta selektif mengendalikan organisme pengganggu tanaman pada tanaman pangan yang sudah kebal terhadap bahan kimia sintetis. Tujuan program ini untuk menciptakan sebuah inovasi pestisida organik yang terbuat dari bahan ramuan nginang sebagai bahan utama dengan nama INSEKDUBANG (Insektisida Idu Abang). Penetapan tannin total equivalent tannic acid menggunakan metode uji berupa Spektrofotometri.

Kata Kunci: tannin, insektisida organik, insekdubang

PENDAHULUAN

Tanaman sayuran sebagai salah satu bahan kelengkapan makanan pokok manfaatnya sangat besar sebagai sumber gizi yang berhubungan langsung dengan kesehatan. Namun, sering kali tanaman pertanian yang sedang dalam masa tanam harus gagal panen akibat serangan hama serangga. Upaya pengendalian

hama atau mikroorganisme pengganggu tanaman dilakukan pada tanaman pangan, baik tanaman padi, hortikultura, maupun tanaman perkebunan dengan menggunakan pestisida sintetis.

Penggunaan pestisida merupakan salah satu cara yang terbukti mampu meningkatkan produksi hasil tanaman pangan untuk memenuhi kebutuhan

makanan penduduk yang semakin meningkat terutama di negara berkembang. Namun, pestisida merupakan bahan kimia beracun yang apabila digunakan berlebihan akan berbahaya. Residu bahan kimia yang ditinggalkan dapat menjadi sumber pencemar bagi bahan pangan, air dan lingkungan hidup (Komisi Pestisida, 1997).

Hasil pertanian yang beredar di Indonesia, baik yang berasal dari dalam negeri maupun luar negeri tidak boleh mengandung residu pestisida melebihi batas yang ditetapkan. Namun, regulasi ini belum mengatur multi-residu pestisida yang umumnya digunakan selama bercocok tanam. Sementara dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 27 Tahun 2009 tentang pengawasan keamanan pangan terhadap pemasukan dan pengeluaran pangan segar asal tumbuhan hanya mengatur multi-residu pestisida pada buah dan sereal. Batas maksimum residu (*Maximum Residue Limits*) dari ratusan jenis pestisida pada tanaman pangan telah diberlakukan di negara Uni Eropa dan Jepang. Beberapa jenis produk pertanian Indonesia pernah ditolak oleh Jepang karena kontaminasi residu pestisida sehingga perlu perbaikan proses produksi pertanian dan pengembangan sistem pengukuran multi residu pestisida secara kromatografi (Tampubolon, 2013).

Mengingat banyaknya dampak negatif yang ditimbulkan akibat penggunaan pestisida sintetik, maka perlu dicari komponen pengendalian hama terpadu (PHT) yang dinilai aman, efektif, dan murah untuk menyusun pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada tanaman pertanian. Dalam masalah ini perlu dilakukan upaya pengendalian yang lebih bijaksana seperti pemakaian insektisida nabati. Zat aktif yang berpotensi digunakan sebagai insektisida nabati diantaranya seperti

alkaloid, terpenoid, fenolik, tannin dan zat-zat kimia sekunder lainnya yang dapat berpengaruh terhadap sistem saraf atau otot, keseimbangan hormon, reproduksi, perilaku seperti penolak, penarik, anti-makan (*antifeeding*), dan sistem pernafasan (Setyawaty, 2002). Tannin merupakan senyawa makro molekul yang dihasilkan oleh tanaman dan berperan sebagai penolak nutrisi (*antinutrient*) dan penghambat enzim (*enzyme inhibitor*) sehingga mengakibatkan rendahnya hidrolisis pati dan menurunkan respons terhadap gula darah pada hewan (Matsushita *et al.*, 2002). Sejalan dengan pendapat Mardiana (2009), bahwa senyawa tannin adalah senyawa fenolik yang merupakan polimerasi polifenol sederhana. Senyawa ini ditemukan hampir didalam dua grup, yakni tannin yang dapat dihidrolisis dan tannin kondensasi. Zat ini umumnya digunakan untuk menurunkan kadar glukosa darah dengan cara memacu metabolisme glukosa dan lemak, sebagai antiseptic, obat luka bakar, sebagai penawar racun pada kasus keracunan alkaloid, dapat menghentikan pendarahan kecil dan menghentikan diare. Selain itu, penggunaan senyawa tannin dapat menyebabkan terjadinya penyerapan air pada tubuh organisme sehingga dapat mematikan organisme, karena tubuh organisme kekurangan air.

Senyawa tannin ini bisa ditemukan pada tumbuhan gambir dan sirih. Gambir dan sirih biasa digunakan oleh masyarakat pada aktivitas nginang. *Nginang* adalah istilah untuk mengunyah sirih dalam bahasa Jawa yang memerlukan bahan-bahan lain sebagai "ramuannya". Perlengkapan atau "bumbu" untuk menyiapkan sirih pinang ini secara umum terdiri atas daun sirih, pinang, kapur (basah/mentah atau kering), gambir, dan tembakau. Ada

juga yang menambahkan *kapulaga* ke dalam ramuan ini. Semua bahan tersebut kemudian dibungkus dengan daun sirih. Tembakau biasa dipakai di bagian akhir setelah selesai mengunyah *kinang* tersebut. Di daerah lain, ada yang *nginang* tanpa mengkonsumsi tembakau.

1. Sirih Hijau (*Piper betle*, L)

Daun sirih dikunyah bersama pinang, kapur sirih, dan tembakau (kadang disertai dengan perasan jeruk nipis) yang menimbulkan sensasi ringan dan perasaan tubuh lebih sehat. Mengunyah daun sirih menghasilkan warna merah pada air liur. Daun sirih mengandung minyak atsiri 0,8 – 1,8% (terdiri atas khavikol, chavibetol (betel phenol), allylpyrocatechol (hydroxychavikol), allylpyrocatechol-mono dan -diacetate, karvakrol, eugenol, eugenol methylether, p-cymene, cineole, caryophyllene, cadinene, estragol, terpenena, seskuiterpena, fenil propana, tannin, diatase, karoten, tiamin, riboflavin, asam nikotinat, vitamin C, gula, pati, dan asam amino. Chavikol yang menyebabkan sirih berbau khas dan memiliki khasiat antibakteri (daya bunuh bakteri lima kali lebih kuat daripada fenol biasa) serta imunomodulator (Dalimartha, 2006).

Antibakteri pada fenol daun sirih sangat efektif untuk mengurangi bahkan menekan pertumbuhan bakteri tanaman. Hal tersebut dibuktikan pada hasil penelitian Rumahlewang (2011), yang menunjukkan bahwa buah sirih (*Piper betle*, L), memiliki kandungan fenol yang khas dan disebut betel fenol atau aseptol, khavikol, gula dan tannin, yang diduga mampu menekan pertumbuhan bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Selain itu, biji sirih juga memiliki kandungan eugenol yang dapat bersifat toksik terhadap bakteri, kemungkinan hal ini disebabkan oleh senyawa-senyawa tersebut yang bekerja secara sinergis

atau dengan yang lain dalam menekan pertumbuhan bakteri *Xanthomonas Campestris* pv. *Campestris* sehingga bakteri tidak mampu berkembang dengan baik karena dihambat oleh minyak yaitu eugenol yang menyebar dalam media. Ini menunjukkan bahwa eugenol mampu untuk menekan pertumbuhan bakteri karena eugenol berbau sangat menyengat dan terasa pedas.

2. Gambir (*Uncaria gambir*, Roxb)

Gambir merupakan produk dari tanaman gambir (*Uncaria gambir*, Roxb) mengandung senyawa fungsional yang termasuk dalam golongan senyawa polifenol. Senyawa polifenol dalam gambir terutama adalah katekin (Heyne, 1987). Sejalan dengan pendapat Zeijlstra (1943), komponen utama gambir adalah catechin (asam catechin atau asam catechu) dan asam catechin tannat (*catechin anhydrid*). Gambir juga sedikit mengandung *quercetine*, yaitu bahan pewarna yang memiliki warna kuning. Catechin bila mengalami pemanasan cukup lama atau pemanasan dengan larutan bersifat basa dengan mudah akan menjadi catechin tannat karena kondensasi sendiri dan menjadi mudah larut dalam air dingin atau air panas.

Senyawa polifenol dalam gambir memiliki khasiat antibakteri. Pernyataan tersebut dibuktikan pada hasil penelitian Pambayun (2007), yang menunjukkan bahwa sifat antibakteri dari ekstrak produk gambir yang diperoleh dengan berbagai pelarut dan dinyatakan dalam diameter daya hambat (DDH) terhadap bakteri uji Gram-negatif dan bakteri uji Gram-positif. Dalam ekstrak produk gambir senyawa fenol total merupakan komponen terpenting terkait dengan sifat antibakteri. Oleh karena itu, dapat direkomendasikan bahwa ekstraksi menggunakan etil asetat pada produk gambir menghasilkan ekstrak yang paling

besar daya hambatnya pada bakteri Gram-positif.

3. Kapur Sirih (CaCO_3)

Kapur sirih memiliki kandungan kalsium karena mempunyai rumus CaCO_3 . Secara umum, kalsium merupakan mineral yang amat penting bagi manusia terutama sebagai pembentuk tulang. Kapur sirih bisa digunakan sebagai obat bersamaan dengan bahan lain, seperti untuk mengatasi batuk selesma, gusi bengkak, bisul, masalah haid, digigit serangga serta penyakit kulit misalnya panu, kurap, dan kutil (Nurnabila, 2011).

Rendaman air kapur sirih sangat efektif dilakukan sebagai pengendalian hama pada padi sawah karena selain dapat menetralkan tanah asam, kapur juga dapat dijadikan sebagai pupuk untuk menambah unsur kalsium yang berkurang akibat panen, erosi serta untuk menggemburkan tanah. Hal tersebut dibuktikan pada hasil penelitian Handayani (2013), yang menunjukkan bahwa ternyata bahan nabati yang diuji dapat digunakan untuk mengendalikan keong mas dengan sifat daya kerja yang berbeda. Interaksi antara rendaman kapur sirih dengan ekstrak daun ubi karet berpengaruh nyata terhadap mortalitas keong mas (*Pomacea canaliculata* Lamarck) pada perlakuan selama 24, 48, dan 72 jam. Perbedaan konsentrasi dan jenis senyawa dapat memberikan pengaruh berbeda terhadap penghambatan aktivitas makan hama. Proses kematian hama akan semakin cepat dengan penambahan konsentrasi yang digunakan.

4. Tembakau (*Nicotinana tobacum*, Linn)

Nikotin dihasilkan dari akar tanaman dan selanjutnya didistribusikan di daun melalui batang, dalam bentuk murni merupakan cairan yang tidak berwarna, rasa pahit dan pedas, mudah larut dalam

air dan pelarut organik. Tembakau mengandung bahan aktif golongan alkaloid seperti *anobarin*, *anatobine*, *myosine*, *nicotinoid*, *nicotelline*, *nicotyrine*, *norcotine* dan *pirolidine*, yang dapat bertahan selama seminggu.

Ekstrak tembakau mampu digunakan sebagai larvasida, sejalan dengan hasil penelitian Susanti (2012), bahwa tumbuhan zodia dan tembakau efektif digunakan sebagai pengendali jentik *Aedes aegypti*. Ekstrak zodia lebih baik dalam membunuh jentik *Aedes aegypti*. Konsentrasi minimal dari ekstrak zodiac maupun ekstrak tembakau yang dapat membunuh jentik *Aedes aegypti* adalah 1,56%.

Hasil penelitian Listiyati (2012), menunjukkan bahwa, hasil maserasi daun tembakau seberat 1 kg menghasilkan 100,7 ml maserasi tembakau. Untuk penyemprotan ke nyamuk dilakukan sebanyak 3 kali penyemprotan dengan konsentrasi 90%. Penyemprotan I : efektivitas 86,9% Penyemprotan II : efektivitas 100% Penyemprotan III : efektivitas 100%. Hal ini pun bisa dipercobakan untuk serangga lain. Kandungan bahan kimia dalam tanaman tersebut menunjukkan bioaktivitas pada serangga, seperti bahan penolak (*repellent*), penghambat makan (*antifeedant*), penghambat perkembangan serangga (*insect growth regulator*), dan penghambat penetiran (*oviposition deterrent*).

METODE PENELITIAN

1. Produksi

Waktu pelaksanaan produksi dan pengujian INSEKDUBANG selama 3 bulan, yaitu pada bulan Mei–Juli 2016. Pelaksanaan proses produksi INSEKDUBANG di Jl. Ahmad Yani 130 RT. 03/06 Kartasura, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah 57167 .

Alat yang digunakan dalam proses produksi adalah:

Tabel 1. Alat produksi

Alat	Volume	Satuan
Blender	2	Buah
Timbangan digital kapasitas 5 kg	1	Buah
Gelas takaran 1 liter	2	Buah
Pengaduk kayu	2	Buah
Drum plastik 100 liter	1	Buah
Saringan alumunium	2	Buah
Saringan kasa/halus	2	Buah
Ember 20 liter	2	Buah
Pisau tanggung	2	Buah
<i>Aquarium power liquid filter</i>	1	Buah
Botol air mineral 20 liter	1	Buah
<i>Air pump</i>	1	Buah
Gayung air	1	Buah
Baskom plastic	2	Buah

Bahan yang digunakan dalam proses produksi INSEKDUBANG adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Bahan Pendukung

Jenis Bahan	Volume	Satuan	%
Sirih Hijau	1	Kg	4,32
Gambir	1	Ons	0,432
Kapur Sirih/ Enjet	1	Ons	0,432
Tembakau Su- sur	½	Kg	2,16
Tetes	1	Liter	6,26
Air Mineral	20	Liter	86,39
Botol 250 ml	80	Buah	-
Stiker	80	Lembar	-

Proses produksi INSEKDUBANG dilakukan melalui beberapa tahap agar dapat menghasilkan sebuah produk yang berkualitas, diantaranya:

a. Persiapan

Mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu blender, baskom, pengaduk, timbangan, takaran gelas, drum sedang, sirih

hijau, gambir, kapur sirih, dan tembakau kering

b. Pencampuran

Bagan 1. Proses pencampuran



c. Pencetakan

Memasukkan hasil tersebut kedalam kemasan dan ditutup rapat.



Gambar 1. Produk INSEKDUBANG

2. Pengujian Kandungan

Pengujian kandungan INSEK-DUBANG dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gajah Mada Jl. Kaliurang Km 4 Sekip Utara Yogyakarta. Berupa uji kualitatif kuantitatif dengan metode spektrofotometri untuk mengetahui jenis zat aktif dan kadar zat aktif yang ada pada 85 gram INSEKDUBANG yang telah diubah menjadi bentuk padatan dengan parameter berupa alkaloid, tannin dan minyak atsiri dalam dua kali ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penetapan Tannin Total Equivalent Tannic Acid Metode Spektrofotometri

Metode penetapan Tannin ini melalui beberapa tahap, yaitu: mengekstraksi 0,1 g sampel dengan 10 ml dietil eter selama 20 jam, kemudian menyaring dan meresidu yang diperoleh, kemudian mendidihkan dengan 10 ml aquades selama 2 jam, kemudian mendinginkan dan menyaring. Menambahkan ekstrak yang diperoleh dengan aquades hingga volume ekstrak 5 ml. Menambahkan 1 ml ekstrak dengan 0,1 ml reagen Folin Ciocalteu dan

divortex, menambahkan dengan 2 ml Natrium Carbonat 20% dan divortex lagi. Menambahkan dengan aquades hingga volume 5 ml. Membaca absorbansi pada λ 760 nm setelah menginkubasi selama 30 menit pada suhu kamar (Chanwitheesuk, 2004).

2. Penetapan Kurva Baku Standar

Penetapan kurva baku standar ini melalui beberapa tahap, yaitu: menimbang dengan seksama standar asam tanat, menambahkan dengan 0,1 ml reagen Folin Ciocalteu dan divortex, menambahkan dengan 2 ml Natrium Carbonat 20% dan divortex lagi, kemudian menambahkan dengan aquades hingga volume 5 ml, membaca absorbansi pada λ 760 nm setelah menginkubasi selama 30 menit pada suhu kamar. Membuat larutan stok, menambahkan sebanyak 5 ml pipet larutan standar dengan aquades. Mengencerkan sesuai tabel pengenceran. Berat standar tannic acid: 0,0100 g.

Pada uji kandungan tannin pada sampel INSEKDUBANG dengan metode uji Spektrofotometri diperoleh hasil sebagai berikut:

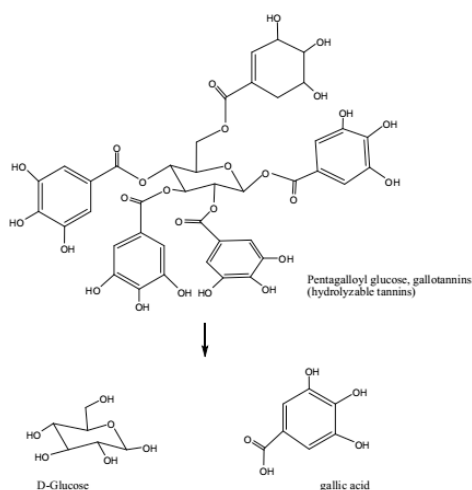
Tabel 3. Tabel Pengenceran Standar Quinine

Conc	3,125	6,25	12,5	25	50	Ppm
Lart Induk	312,5	625	1250	2500	5000	μ l
Chloroform	9987,5	9375	8750	7500	5000	μ l
Volume	10	10	10	10	10	ml

Tabel 4. Kadar Tannin Equivalent Tannic Acid metode Spektrofotometri

Sampel	Replikasi	Berat Sampel (g)	FP (x)	Volume add (ml)	Hasil pembacaan (ppm)	Total Tannin Equivalent Tannic Acid (% b/b)	Rata-rata (% b/b)
INSEKDUBANG	1	0,1004	10	100	68,109	67,84	67,65
	2	0,1009	10	100	68,071	67,46	

Senyawa tannin adalah senyawa astringent yang memiliki rasa pahit dari gugus polifenolnya yang dapat mengikat dan mengendapkan atau menyusutkan protein. Zat astringent dari tannin menyebabkan rasa kering dan *puckery* (kerutan) di dalam mulut setelah mengkonsumsi teh pekat, anggur merah atau buah yang mentah. Dekstruksi atau modifikasi tannin selama ini berperan penting dalam pengawet kayu, adsorben logam berat, obat-obatan, antimikroba dll. Tannin merupakan senyawa phenol yang larut dalam air dan memiliki berat molekul antara 500 dan 3000 Da. Tannin diklasifikasikan menjadi *hydrolyzable tannin* dan *condensed tannins* (proanthocyanidins).



Gambar 2. Struktur gallotannins (Hagerman, 2002)

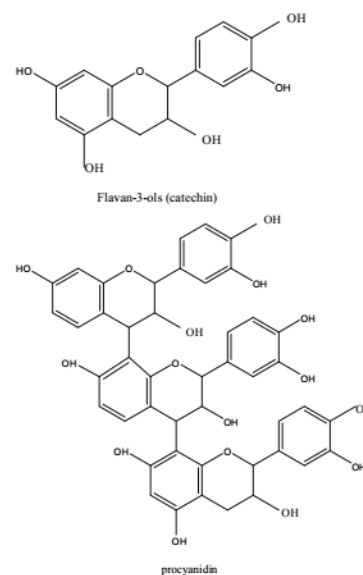
3. Hydrolyzable Tannin

Struktur molekul hydrolyzable tannin di tengah-tengahnya memiliki gugus karbohidrat (biasanya D-glukosa) merupakan hidroksil dari karbohidrat atau *phenolic esterified* seperti asam gallat (dalam gallotannins) atau asam ellagat (dalam ellagitannins). Hydrolyzable *tannin* yang dihidrolisis oleh asam lemah atau basa lemah menghasilkan karbohidrat dan asam phenolik. Contoh

gallotannins adalah ester asam gallic glukosa dalam asam tannic ($C_{76}H_{52}O_{46}$), ditemukan dalam daun dan kulit di banyak spesies tanaman.

4. Condensed Tannins

Condensed tannins dikenal sebagai proanthocyanidins merupakan polimer yang terdiri dari 2 sampai 50 (atau lebih) unit flavonoid yang bergabung dengan ikatan karbon-karbon, yang tidak rentan terhadap hidrolisis. Tannin terkondensasi adalah produk polimerisasi flavan-3-ols dan flavan-3,4-diol atau campuran dari dua polimer, yang disebut sebagai "flavans" (Salunkhe, Chavan, & Kadan, 1989; Sanderson *et al.*, 2001).



Gambar 3. Struktur catechin dan procyanidin (Hagerman, 2002)

Beberapa kegunaan tannin antara lain sebagai pelindung pada tumbuhan pada saat masa pertumbuhan bagian tertentu pada tanaman, sebagai anti hama bagi tanaman sehingga mencegah serangan fungi, digunakan dalam proses metabolisme pada bagian tertentu tanaman sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan (Iwan, 2002) untuk pengujian tersebut diperoleh hasil yaitu bahan pengawet kayu dengan tannin

dapat meningkatkan ketahanan kayu terhadap serangan rayap kayu kering.

5. Penentuan Total Alkaloid

Metode penentuan total alkaloid ini melalui beberapa tahap, yaitu: menimbang sampel dengan seksama, menambahkan 5 ml HCl 2 N, mengocok kemudian menyaring. Mencuci larutan dengan 10 ml larutan chloroform sebanyak 3 kali dalam corong pisah, menetralkan larutan dengan menambahkan 0,1 N NaOH, menambahkan 5 ml larutan BCG dan 5 ml buffer fosfat, kemudian menambahkan larutan chloroform 5 ml,

mengaduk dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit dengan kecepatan 500 rpm, mengulangi ekstraksi dengan chloroform sebanyak 2 kali. Mengumpulkan fase chloroform, mengevaporasi dengan gas nitrogen. Setelah itu, menambahkan 10 ml chloroform pada labu ukur 10 ml, kemudian membaca serapan pada panjang gelombang 470 nm, kemudian membuat kurva baku standar dengan menimbang standar quinine sebanyak 10 mg. Dari hasil pengujian 85 g sampel INSEKDUBANG, diperoleh hasil kadar alkaloid sebagai berikut:

Tabel 5. Tabel Pengenceran Standar Quinine

Conc	6,25	12,5	25	50	100	200	400	Ppm
Lart Induk	31,25	62,5	125	250	500	1000	2000	µl
Chloroform	4968,75	4937,5	4875	4750	4500	4000	3000	µl

Tabel 6. Total alkaloid equivalent quinine

Sampel	Replikasi	Berat Sampel (g)	FP (x)	Volume add (ml)	Hasil pembacaan (ppm)	Total Tannin Equivalent Tannic Acid (% b/b)	Rata-rata (% b/b)
INSEKDUBANG	1	0,1052	1	10	147,031	1,40	1,43
	2	0,1020	1	10	148,784	1,46	

Beberapa kelompok alkaloid diantaranya adalah benzyl isoquinon, seperti paverin, berberin, tubokuranin dan morfom. Alkaloid dapat berfungsi sebagai larvasida botani. Alkaloid dengan struktur indol, dikelompokkan sebagai alkaloid indol seperti strikhnin dan quinine yang terasa pahit dan merupakan senyawa yang berfungsi repelen bagi serangga. Alkaloid purin terdiri dari berbagai jenis alkaloid yang merupakan derivat dari asam nikotinat, purin, asam antranilat, poliasetat, dan terpenes.

Penggunaan bahan-bahan yang berasal dari tumbuhan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif penggunaan insektisida kimia yang sering disebut pestisida nabati atau bioinsektisida.

Pestisida nabati mengandung senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid, fenolik dan zat-zat kimia sekunder lainnya yang dapat berpengaruh terhadap sistem saraf atau otot, keseimbangan hormon, reproduksi, perilaku seperti penolak, penarik, anti-makan (antifeeding) dan sistem pernafasan (Setyawaty, 2002). Daun sirih (*Piper betle* L.) termasuk dalam famili *piperaceae* (sirih-sirihan) yang mengandung minyak atsiri dan senyawa alkaloid (Nugroho, 2003). Alkaloid yang terkandung dalam daun sirih (*Piper betle* L.) adalah arecoline.

6. Penetapan kadar minyak atsiri

Metode penetapan kadar minyak atsiri ini melalui beberapa tahap, yaitu:

menimbang sampel dengan seksama, memasukkan sampel ke dalam labu, menambahkan aquades 500 ml, menambahkan batu didih, memasang pada rangkaian alat destilasi stahl, mengisi buret buret dengan aquades

hingga penuh, memanaskan selama 4 jam setelah mendidih, setelah penyulingan selesai membiarkan selama 1 jam, menghitung volume minyak atsiri pada buret.

Tabel 8. Kadar minyak atsiri

Sampel	Replikasi	Berat Sampel (g)	Volume sampel (ml)	Kadar Minyak (% b/b)	Kadar rata-rata (% b/b)
INSEKDUBANG	1	5,00	0,01	0,2	0,2
	2	5,00	0,01	0,2	

Minyak atsiri merupakan minyak yang mudah menguap dan mengandung aroma atau wangi yang khas (Sastroamidjojo, 1988). Minyak atsiri dari daun sirih mengandung 30% fenol dan beberapa derivatnya. Kavikol merupakan komponen paling banyak dalam minyak atsiri yang memberi bau khas pada sirih.

Menurut Maryani (2004), sirih merupakan tanaman yang dikenal merupakan tanaman yang tingginya mencapai 15 m. Daun berbentuk jantung, jika diremas mempunyai aroma sedap. Bagian tanaman yang digunakan adalah daunnya. Daun sirih mengandung minyak atsiri sebanyak 4% (hidroksi kavikol, kavikol, kavibetol, estragol, eugenol, metil eugenol, karvakrol, terpen, dan seskuiterpen), tannin, diastae, gula, dan pati. Kandungan minyak atsirinya memiliki daya membunuh kuman (bakteriosid), fungi, dan jamur. Sejalan dengan pendapat Dalimartha (2008), bahwa rasa sirih pedas, bersifat hangat, astringen, aromatik, dan stimulan. Chavikol yang menyebabkan sirih berbau khas dan memiliki khasiat antibakteri (daya bunuh bakteri lima kali lebih kuat daripada fenol biasa) serta imunomodulator.

SIMPULAN DAN SARAN

1. Simpulan

Bahan ramuan *nginang* yang berupa sirih, tembakau, gambir dan kapur

sirih berpotensi digunakan sebagai bahan dasar pembuatan insektisida nabati yang ramah lingkungan karena mengandung senyawa kimia berupa tannin sebesar 67,65%, alkaloid sebesar 1,43% dan minyak atsiri sebesar 0,2%. Senyawa tersebut dapat menurunkan intensitas penyakit pertanian seperti wereng, walang sangit, dll dengan cara menghambat pertumbuhan serangga dewasa maupun larvanya.

2. Saran

Setelah adanya pemaparan tentang kandungan INSEKDUBANG serta uji laboratorium kandungan zat kimianya, disarankan produk INSEKDUBANG yang sudah dibuat untuk ditindaklanjuti sebagai penelitian yang menginginkan produk INSEKDUBANG tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Ristek Dikti atas didanainya program usaha kami dalam Program Kreativitas Mahasiswa Kewirausahaan 2017, kepada Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memfasilitasi dalam pelaksanaan program usaha kami dalam Program Kreativitas Mahasiswa Kewirausahaan 2017 dan pihak-pihak yang telah membantu terlaksananya program ini

DAFTAR PUSTAKA

- Dalimartha, S.** (2008). *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 4*. Jakarta: Puspa Swara, Anggota Ikapi.
- Hagerman, A.E. (2002). *Tannin Chemistry*. Miami University, Oxford, USA.
- Handayani, D. (2013). "Uji Efektivitas Pengendalian Keong Mas (*Pomacea canaliculata* Lamark) pada Padi Sawah dengan Menggunakan Rendaman Air Kapur Sirih (CaCO_3) dan Ekstrak Daun Ubi Karet (*Manihot glaziovii* M. A)". *Jurnal EduBio Tropika*. 1(2). 61-120.
- Heyne, K. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia. Jilid II*. Diterjemahkan oleh Badan Litbang Kehutanan, Jakarta. Yayasan Sarana Wana Jaya, Jakarta.
- Iwan R. (2002), *Tannin*, Fakultas Pertanian Jurusan Ilmu Kehutanan, Universitas Sumatera Utara.
- Listiyati, A. K., Nurkalis, U., Sudyanti, & Hestningsih, R. (2012). "Ekstraksi Nikotin dari Daun Tembakau (*Nicotina Tabacum*) dan Pemanfaatannya Sebagai Insektisida Nabati Pembunuh *Aedes* sp." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*. 2(2). 67-70.
- Mardiana, Lina. (2009). *Mencegah dan Mengobati Kanker pada Wanita dengan Tanaman Obat*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Maryani, H. dan Lusi, K. (2004). *Tanaman Obat untuk Influenza*. Tangerang: Agromedia Pustaka.
- Matsumura, F. (1985). *Toxicology of Insecticides*, 2nd Edition. New York: Plenum Press.
- Matsushita, H.; T. Mio & O. Haruko (2002). Porcine Pancreatic α -amylase Shows binding activity toward N-linked Oligosaccharides of Glycoproteins. *The Journal of Biological Chemistry*, 277, 4680—4686
- Nurnabila, Nida. (2011). "Formulasi Tablet Hisap Ekstrak Etanol Sirih (*Piper betle*, L.) Dan Kapur Sirih (CaCO_3) Dengan Mikrokristalin Selulosa (Avicel) sebagai Pengikat serta Pengaruhnya Terhadap Kadar CD4 dalam Darah". *Skripsi. Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Negeri Syarif Hidayatullah*.
- Pambayun, R. dkk. (2007). "Kandungan Fenol dan Sifat Antibakteri dari berbagai Jenis Ekstrak Produk Gambir (*Uncaria gambir* Roxb)". *Majalah Farmasi Indonesia*. 18(3). 141-146.
- Rumahlewang, Filhemina. (2011). "Efektifitas Ekstrak Buah Sirih Sebagai Pestisida Botanis terhadap *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*". *Jurnal Agroforestri*. 6(2). 109-113.
- Salunkhe, D., Chavan, J., & Kadan, S. (1989). Nutritional Consequence of dietary Tannins in "Dietary Tannins": Consequents and Remedies. Boca Raton, FL: CRC Press. p. 113.
- Sanderson, G., Ranadive, A., Eisenburg, L., Farrel, F., Simons, R., Manley, C., et al. (2001). "Contribution of Polyphenolic Compounds to the taste of tea, Sulfur and Nitrogen compound in food flavors. In G. Charalambous, I. Katz (Eds.)". *Acs symposium series* (Vol. 26, p. 14). Washington, DC: American Chemical Society.
- Sastroamidjojo, S., (1988). *Obat Asli Indonesia*, Jakarta: Penerbit Dian Rakyat.
- Susanti, L. Dan Boesri, H. (2012). "Toksisitas Biolarvasida Ekstrak Tembakau Dibandingkan dengan Ekstrak Zodia terhadap Jentik

- Vektor Demam Berdarah *Dengue (Aedes aegypti)*". *Bulan Penelitian Kesehatan*. 40(2). 75-84.
- Tampubolon, B. D. dkk. (2013). *Pertanian Standar dan Penilaian Kesesuaian*. Jakarta: Indeks.
- Zeijlstra, F. Z. N. (1943). "Sirih, Pinang en Gambier. Dalam C. J.J. Van Hall en C. Van de Koppel (Eds.). *Landbouw in Indische Archipel*, W. Van Hoeve's, Gravenhage". *Majalah Farmasi Indonesia*. 18(3). 141-146.