
EDITORIAL

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur, kami panjatkan kehadiran Alloh SWT atas limpahan rahmatnya sehingga jurnal BIOEKSPERIMEN Volume 2 No. 2 September 2016 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 5 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 yang sebesar-besarnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Aamiin...

Wassalamu'aaikum, Wr.Wb.

Dewan Redaksi



| | |
|---|-----------|
| Editorial..... | i |
| Daftar Isi | ii |
| Pengaruh Cahaya dan Temperatur Terhadap Pertumbuhan Tunas dan Profil Protein Tanaman Anggrek <i>Phalaenopsis Amabilis</i> Transgenik Pembawa Gen <i>Ubipro</i>: Paft 1..... | 1 |
| <i>Rinaldi Rizal Putra, Ixora Sartika Mercuriani, Endang Semiarti</i> | |
| Pengaruh Pemberian Giberelin dan Air Kelapa Terhadap Perkecambahan Biji Anggrek Bulan (<i>Phalaenopsis Sp.</i>)..... | 13 |
| <i>Lilik Hidayatul Mukminin, Putri Moortiyani Al Asna, Frida Kunti Setiowati</i> | |
| Review: Fitokimia Genus <i>Baccaurea Spp.</i>..... | 18 |
| <i>Gunawan, Tatik Chikmawati, Sobir, Sulistijorini</i> | |
| Konsumsi Oksigen Ikan Pelagis di Muara Segara Anak, Taman Nasional Alas Purwo..... | 33 |
| <i>Desak Made Malini, Reni Muliani</i> | |
| Ekogenotoksisitas Limbah Cair Batik dan Efek Antimutagenik <i>Lemna Minor</i> Terhadap Eritrosit Ikan Nila (<i>Oreochromis Niloticus</i>)..... | 41 |
| <i>Erma Musbita Tyastuti, Okid Parama A., Sunarto</i> | |
| Pengaruh Penambahan Leri dan Enceng Gondok, Klaras, Serta Kardus Terhadap Produktivitas Jamur Merang (<i>Volvariella Volvacea</i>) Pada Media Baglog | 52 |
| <i>Suparti, Aninda Ayu Kartika, Devi Ernawati</i> | |
| Keanekaragaman Makrozoobentos di Pesisir Pantai Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara..... | 62 |
| <i>Nisrina Arifatul Izzah, Efri Roziaty</i> | |
| Kualitas Kertas Seni Dari Pelepah Tanaman Salak Melalui "Biochemical" Jamur <i>Phanerochaete Crysosporium</i> dan <i>Pleurotus Ostreatus</i> Dengan Variasi Lama Pemasakan Dalam Naoh..... | 71 |
| <i>Triastuti Rahayu, Aulia Asifati Asifa</i> | |

PENGARUH CAHAYA DAN TEMPERATUR TERHADAP PERTUMBUHAN TUNAS DAN PROFIL PROTEIN TANAMAN ANGGREK *Phalaenopsis amabilis* TRANSGENIK PEMBAWA GEN *Ubipro::PaFT*

*Effect of Light and Temperature on Shoot Growth and Protein Profile of Transgenic
PhalaenopsisamabilisOrchid Carrying Ubipro::PaFT Gene*

Rinaldi Rizal Putra¹⁾, Ixora Sartika Mercuriani²⁾, Endang Semiarti³⁾

¹⁾Jurusan Pendidikan Biologi FKIP Universitas Siliwangi,
Jl. Siliwangi No. 24 Kota Tasikmalaya46115

²⁾Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta
Kampus Karangmalang, Jl. Colombo No. 1 Yogyakarta 55281

³⁾Laboratorium Bioteknologi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada,
Jl. Teknika Selatan, Sekip Utara, Yogyakarta 55281
rinaldi.rizalputra@gmail.com, endsemi@ugm.ac.id

Abstract—This research aimed to analyze the influence of light and temperature on morphology growth, to analyze protein profiles, and to determine the right condition of flowering acceleration of trasgenic *Phalaenopsisamabilis* withdeterminant gene of flowering time, *Ubipro::PaFT*, inserted. The method used was transgenic plants carrying the *Ubipro::PaFT* gene aged of 18 months after sowing. Plants were grown in incubators with certain lighting conditions using white LED light and combination of white and blue LED lights with an intensity mean of 1780 lm, photoperiod of 8-hour light phase and 16-hour dark phase, and temperature of 25°C (light phase) and 20°C (dark phase) for 20 weeks. After 20 weeks of plant growth, protein profiles of transgenic plants were analyzed by SDS-PAGE method to determine protein product in each of observed growth phase. The results showed that a combination of white and blue light increases the number of leaves by 60.00% and leaf length by 70.58%, respectively, but there was no significant effect on the increase of number of roots, and appearances of inflorescence observed. Analysis resultson protein profiles suggestedthe establishment of proteins with sizes of108.57; 71.30; 56.16; 40.85; 26.79; 13.27;and 13.12 kDa in transgenic plants. The presence of 19,65-kDa proteinmatched to the molecular weight of PaFT protein was not detected, while protein with a molecular weight approximately 56,16 kDa suited to POH1 (*Phalaenopsis Orchid Homeobox1*) protein was found. It could be explained that the POH1 vegetative gene can be inhibit the activation of PaFT gene in *P. amabilis* transgenic plants age of 20 weeks, until the plant are still in juvenile phase and can't be inducible to flowering activities.

Keywords:*Phalaenopsis amabilis*, light and temperature, PaFT, POH1, protein profile

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk mencari kondisi yang tepat dalam percepatan pembungaan tanaman *Phalaenopsis amabilis* transgenik yang telah disisipi gen penentu waktu pembungaan *Ubipro::PaFT*. Metode penelitian ini menggunakan tanaman transgenik pembawa gen *Ubipro::PaFT* umur 18 bulan setelah penanaman. Tanaman ditumbuhkan pada inkubator dengan pencahayaan menggunakan lampu LED putih dan kombinasi LED putih biru, dengan fotoperiodisitas 8 jam terang 16 jam gelap, suhu 25°C pada fase terang dan 20°C pada fase gelap selama 20 minggu. Setelah 20 minggu pertumbuhan tanaman, dilakukan analisis profil protein dengan metode SDS-PAGE untuk mengetahui protein yang diproduksi pada setiap fase pertumbuhan yang diamati. Hasil penelitian menunjukkan kombinasi cahaya LED putih dan biru meningkatkan pembentukan daun sebesar 60%, panjang daun 70,58%, tetapi belum diperoleh kemunculan infloresen. Analisis profil protein menunjukkan terbentuknya protein dengan ukuran 108,57; 71,30; 56,16; 40,85; 26,79; 13,27; dan 13,12 kilodalton pada

tanaman transgenik, tetapi tidak terdeteksi protein dengan ukuran 19,65 kDa yang sesuai dengan berat molekul protein PaFT, sementara protein dengan ukuran sekitar 56,16 kDa sesuai dengan berat molekul protein POH1 (*Phalaenopsis* Orchid Homeobox1). Hal ini menunjukkan bahwa gen vegetatif POH1 mampu menghambat aktivasi gen PaFT pada tanaman *P. amabilis* transgenik umur 20 minggu, sehingga tanaman masih dalam fase juvenil dan belum mampu diinduksi untuk berbunga.

Kata kunci: *Phalaenopsis amabilis*, cahaya dan temperatur, PaFT, POH1, profil protein

PENDAHULUAN

Anggrek Bulan *Phalaenopsis amabilis* merupakan salah satu dari sekian banyak jenis anggrek alam yang menjadi kebanggaan Indonesia (Indrianto, 2002) dan terpilih sebagai salah satu Puspa Pesona Indonesia pada tahun 1990 (Sulistianingsih *et al.*, 2006) karena memiliki keindahan dan nilai kultural yang tinggi (Badriah dan Sutater, 1996). Bentuk dan warna bunga yang sangat indah menjadi daya tarik tersendiri bagi para pecinta anggrek yang membuat nilai jualnya tinggi di pasaran, sehingga diperlukan suatu usaha memuliakan tanaman ini seperti frekuensi berbunga yang tinggi (Sulistianingsih *et al.*, 2006) dan proses pembungaan yang cepat (Jumani, 2010).

Pertumbuhan anggrek yang optimal akan berdampak positif pada proses pembungaannya. Hal tersebut didukung oleh dua faktor utama, yaitu faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik yang berpengaruh pada proses pembungaan antara lain: gen, hormon endogen, dan umur tanaman. Sedangkan faktor ekstrinsik yang berpengaruh pada proses pembungaan antara lain: cahaya, temperatur, kelembaban, ketersediaan nutrisi, dan induksi fitohormon secara eksternal (Hew and Yong, 2004). Semua faktor tersebut saling berhubungan untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

Penelitian dengan anggrek *P. amabilis* telah dilakukan sebelumnya oleh Mercuriani *et al.* (2014) berkaitan dengan

pembungaan anggrek melalui penyisipan gen *Ubipro::PaFT*, induksi hormon Benziladenin (BA), dan perlakuan fisik dengan cara pemotongan akar. Gen *Ubipro::PaFT* telah berhasil disisipkan pada genom tanaman anggrek *P. amabilis* yang dibuktikan dengan munculnya fragmen DNA pada ukuran 531 bp. Namun, anggrek transgenik yang disisipi gen *Ubipro::PaFT* ini belum berbunga baik secara *in vitro* maupun *ex vitro*. Teknik induksi pembungaan dengan menggunakan hormon bensiladenin (BA) konsentrasi 22,2 μM dan pemotongan akar pada medium *New Phalaenopsis* (NP – *half strength*) yang telah dimodifikasi berhasil memunculkan infloresen pada tanaman *P. amabilis* non-transgenik. Berdasarkan hasil tersebut, Mercuriani *et al.* (2014), menyimpulkan kombinasi perlakuan dengan pemberian hormon BA 22,2 μM , kandungan unsur P tinggi (3 μM), dan pemotongan akar mampu mempercepat pembungaan *in vitro* anggrek *P. amabilis* asli Indonesia pada umur 18 bulan setelah tanam. Hal ini karena perlakuan pemotongan akar dapat meningkatkan penyerapan BA oleh tanaman yang kemudian menginduksi pembentukan tunas. Selain itu, pemotongan akar sangat berpengaruh terhadap peningkatan diameter batang yang berhubungan dengan akumulasi cadangan makanan sebagai sumber energi untuk pembentukan tunas daun dan bunga (Mercuriani *et al.*, 2014).

Keberhasilan pembungaan *in vitro* yang telah dilakukan oleh Mercuriani

et al., (2014) pada tanaman anggrek *P. amabilis* non-transgenik ingin dibuktikan juga pada tanaman anggrek *P. amabilis* transgenik pembawa gen *Ubipro::PaFT* dengan pemberian perlakuan lainnya, yaitu dengan perlakuan warna cahaya dan temperatur terkontrol secara terus menerus. Warna cahaya yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cahaya putih dan kombinasi cahaya putih dan cahaya biru dengan jenis lampu *light-emitting diodes* (LED). Penggunaan sistem pencahayaan LED pada penelitian ini karena didasarkan berbagai faktor, yaitu menghasilkan spektrum cahaya yang spesifik, massa dan volume yang kecil, daya tahan yang relatif lama, *lifetime* operasi yang relatif panjang, kekhususan panjang gelombang, suhu pancaran permukaan relatif dingin, pemanasan minimum, dan *output* foton yang linier dengan arus *input* listrik (Lin *et al.*, 2013; Johkan *et al.* 2010; Hew and Yong, 2004). Sedangkan temperatur yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 25°C secara terus menerus dan 20°C (fase gelap), 25°C (fase terang).

Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh cahaya dan temperatur terhadap pertumbuhan morfologi dan profil protein yang terbentuk pada tanaman anggrek *P. amabilis* non-transforman dan transforman yang membawa gen *Ubipro::PaFT*.

METODE PENELITIAN

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman anggrek *P. amabilis* transgenik pembawa gen *Ubipro::PaFT* dan non-transgenik umur 18 bulan. Tanaman anggrek diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya yang ditanam pada medium NP+150 mL.L-1 air kelapa (Islam *et al.*, 1998). Medium dasar

yang digunakan adalah medium $\frac{1}{2}$ NP, yaitu medium NP dengan kandungan N konsentrasi rendah (1/2 dari konsentrasi N pada medium NP).

Tanaman anggrek transgenik pembawa gen *Ubipro::PaFT* dan non-transgenik diinkubasi sesuai dengan variasi perlakuan pada Tabel 1. Fotoperiodisasi pada cahaya menggunakan sistem *Short-day plant*, dengan panjang periode terang selama 8 jam dan periode gelap selama 16 jam.

Analisis molekular meliputi analisis DNA dan analisis profil protein. Isolasi DNA genom menggunakan metode CTAB 3% berdasarkan metode Doyle and Doyle (1987; 1990) yang telah dimodifikasi (Paquet *et al.*, 2005). Deteksi keberadaan T-DNA pembawa transgen di dalam genom tanaman dilakukan dengan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) menggunakan primer spesifik untuk gen *PaFT* dengan kombinasi sebagai berikut: DegPaFT F1 (5'-GAK ATG AAT AGA GAG ASR GAC-3') dan Tnos-R yang menghasilkan fragmen DNA sepanjang 1030 bp, dan kombinasi primer DegPaFT F1 (5'-GAK ATG AAT AGA GAG ASR GAC-3') dan DegPaFT R1 (5'-TCA ATC YTG CAT YCT TCT TCC-3') yang menghasilkan fragmen DNA sepanjang 531 bp. Reaksi PCR yang berlangsung terdiri dari 30 siklus.

Analisis profil protein didahului dengan isolasi protein dari sampel daun tanaman anggrek, kemudian pada tahapan berikutnya sampel siap di elektroforesis dengan SDS-PAGE.

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Bioteknologi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada pada bulan Mei 2014 sampai dengan Januari 2015.

Tabel 1. Variasi Perlakuan

| Kode Perlakuan | Warna Cahaya LED | Suhu Inkubator | |
|----------------|------------------|----------------|-------|
| | | Terang | Gelap |
| T1 | Putih | 25°C | 20°C |
| T2 | Putih + Biru | 25°C | 20°C |
| T3 | Putih | 25°C | 25°C |
| T4 | Putih + Biru | 25°C | 25°C |

Tabel 2. Pertumbuhan tanaman anggrek *P. amabilis* transgenik (Tr) dibandingkan dengan non-transgenik (NT)

| Parameter | Umur (Minggu) | Perlakuan | | | | | | | |
|---------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | |
| | | NT | Tr | NT | Tr | NT | Tr | NT | Tr |
| Jumlah Daun (helai) | 0 | 4 ± 0 | 5 ± 1 | 4 ± 1 | 5 ± 1 | 6 ± 1 | 6 ± 1 | 4 ± 0 | 5 ± 1 |
| | 6 | 5 ± 0 | 6 ± 1 | 5 ± 1 | 5 ± 1 | 6 ± 1 | 6 ± 1 | 5 ± 0 | 6 ± 1 |
| | 12 | 5 ± 0 | 7 ± 1 | 6 ± 1 | 6 ± 1 | 7 ± 1 | 7 ± 1 | 5 ± 0 | 7 ± 1 |
| | 18 | 6 ± 0 | 7 ± 1 | 7 ± 0 | 7 ± 1 | 7 ± 1 | 8 ± 1 | 6 ± 1 | 7 ± 1 |
| | 20 | 6 ± 0 | 7 ± 1 | 7 ± 0 | 8 ± 0 | 7 ± 1 | 8 ± 1 | 6 ± 1 | 8 ± 1 |
| Panjang Daun (cm) | 0 | 3,1 ± 0,9 | 2,7 ± 1,0 | 5,2 ± 0,6 | 3,4 ± 0,4 | 2,5 ± 0,5 | 1,6 ± 0,5 | 3,7 ± 0,8 | 3,3 ± 1,5 |
| | 6 | 3,9 ± 1,2 | 3,7 ± 1,0 | 5,5 ± 0,4 | 3,8 ± 0,5 | 3,0 ± 0,5 | 2,3 ± 0,5 | 4,4 ± 1,1 | 4,2 ± 1,3 |
| | 12 | 4,3 ± 1,0 | 3,7 ± 0,9 | 6,3 ± 0,1 | 4,4 ± 0,6 | 3,4 ± 0,6 | 3,1 ± 0,1 | 5,1 ± 1,2 | 5,1 ± 1,7 |
| | 18 | 4,8 ± 1,1 | 4,0 ± 1,0 | 7,1 ± 0,3 | 5,3 ± 0,9 | 3,8 ± 0,4 | 4,0 ± 0,3 | 5,2 ± 1,4 | 5,4 ± 1,8 |
| | 20 | 5,0 ± 1,1 | 4,1 ± 1,1 | 7,4 ± 0,6 | 5,8 ± 1,1 | 3,9 ± 0,3 | 4,1 ± 0,4 | 5,2 ± 1,4 | 5,5 ± 1,8 |
| Jumlah Akar (buah) | 0 | 11 ± 1 | 4 ± 1 | 5 ± 1 | 5 ± 1 | 5 ± 0 | 6 ± 1 | 5 ± 0 | 5 ± 1 |
| | 6 | 13 ± 1 | 5 ± 1 | 6 ± 1 | 6 ± 1 | 5 ± 0 | 7 ± 2 | 5 ± 0 | 6 ± 2 |
| | 12 | 15 ± 1 | 5 ± 1 | 7 ± 1 | 6 ± 1 | 5 ± 0 | 7 ± 2 | 6 ± 1 | 6 ± 2 |
| | 18 | 17 ± 1 | 5 ± 1 | 7 ± 1 | 7 ± 1 | 6 ± 0 | 8 ± 2 | 7 ± 1 | 7 ± 2 |
| | 20 | 17 ± 1 | 6 ± 1 | 7 ± 1 | 7 ± 1 | 7 ± 1 | 8 ± 2 | 7 ± 1 | 7 ± 3 |

Keterangan: **T1** (Cahaya LED Putih dengan fase terang: 8 jam pada temperatur 25°C dan fase gelap: 16 jam pada temperatur 20°C); **T2** (Cahaya kombinasi LED Putih + LED Biru dengan fase terang: 8 jam pada temperatur 25°C dan fase gelap: 16 jam pada temperatur 20°C); **T3** (Cahaya LED Putih dengan fase terang 8 jam dan fase gelap 16 jam pada temperatur 25°C secara terus menerus); **T4** (Cahaya kombinasi LED Putih dan LED Biru dengan fase terang 8 jam dan fase gelap 16 jam pada temperatur 25°C secara terus menerus). Standar deviasi tanaman transgenik dan non-transgenik masing-masing dihitung dari 5 sampel dan 2 sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Peningkatan Jumlah dan Ukuran Daun

Peningkatan jumlah daun pada tanaman *Phalaeopsis amabilis* transgenik yang diberi perlakuan T2 dan T4 menunjukkan penambahan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang diberi perlakuan lainnya (Tabel 2). Penambahan jumlah daun pada tanaman transgenik dibandingkan dengan tanaman non-

transgenik pada perlakuan T2 tidak memiliki perbedaan. Namun, bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya (T1, T3, dan T4), perlakuan T2 memberikan pengaruh terbaik dalam penambahan jumlah daun baik untuk tanaman transgenik maupun non-transgenik (Tabel 2). Hal tersebut mengindikasikan bahwa kombinasi cahaya putih dan biru dengan pemaparan temperatur 25°C pada fase terang dan 20°C dapat meningkatkan jumlah daun pada tanaman. Hal ini

menunjukkan bahwa kondisi semua tanaman yang diberikan perlakuan apapun tetap menunjukkan kenaikan dalam jumlah daun, ukuran daun, dan jumlah akar walaupun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Peningkatan ukuran panjang daun terbesar secara berturut terdapat pada perlakuan T3, T2, dan T4, sedangkan pertambahan panjang daun terkecil terdapat pada perlakuan T1. Pada perlakuan T3, tanaman transgenik menunjukkan pertumbuhan panjang daun yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman non-transgenik. Kemudian, pada perlakuan T2, tanaman transgenik tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan tanaman non-transgenik. Namun, apabila dibandingkan dengan perlakuan lainnya tanaman non-transgenik pada perlakuan T2 memiliki panjang daun yang lebih besar.

Berdasarkan uji statistik menggunakan uji Anova menunjukkan bahwa perlakuan cahaya dan temperatur memengaruhi jumlah daun pada minggu ke-6 dan minggu ke-18, tetapi tidak berpengaruh pada minggu ke-12 dan ke-20. Setelah diuji lanjut dengan uji DMRT dengan taraf 5 % menunjukkan bahwa pada minggu ke-6 perlakuan T1 menunjukkan jumlah daun tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Daun *P. amabilis* pada minggu ke-12 menunjukkan bahwa perlakuan T3 menunjukkan jumlah daun tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Setelah diuji lanjut dengan DMRT 5% menunjukkan bahwa perlakuan T3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan T2 dan T1 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan T4.

Adanya hal tersebut menunjukkan bahwa cahaya dan temperatur mempengaruhi jumlah daun *P. amabilis*. Perlakuan cahaya dan temperatur pada tanaman *P. amabilis* ternyata tidak berpengaruh pada jumlah akar dan pertambahan ukuran daun tanaman *P. amabilis* setelah diuji dengan anova dengan taraf 5% baik pada minggu ke-6, ke-12, ke-18, dan ke-20.

Kombinasi cahaya putih dan biru dalam meningkatkan jumlah daun pada tanaman berkaitan dengan fungsi induksi morfogenesis dan organogenesis pada cahaya biru. Penambahan cahaya biru menginduksi percepatan pembelahan sel di daerah SAM sehingga menginisiasi munculnya primordia daun. Hasil penelitian ini didukung oleh Muleo *et al.* (2001) yang menyatakan proliferasi pucuk tanaman Plum melibatkan dua proses berbeda, yaitu diferensiasi tunas aksiler dan perkembangan tunas aksiler, serta kualitas cahaya memengaruhi diferensiasi tunas dan interaksinya dengan dominansi apikal. Cahaya merah meregulasi dominansi apikal melalui reseptor fitokrom, sedangkan cahaya biru meregulasi jumlah tunas aksiler melalui reseptor kriptokrom.

Hasil penelitian ini mendukung penelitian yang telah ada sebelumnya, yang dilakukan oleh Hunter dan Burritt (2004) pada kultur eksplan daun tanaman selada. Hasil penelitian Hunter dan Burritt (2004) membuktikan eksplan daun tanaman selada yang terpapar sinar merah dan sebelumnya terpapar sinar biru memproduksi lebih sedikit tunas dibandingkan dengan eksplan daun yang sebelumnya terpapar sinar merah kemudian ditransfer pada

kultur dengan cahaya biru. Dengan demikian, dapat diambil kesimpulan sementara bahwa cahaya biru menginisiasi pembelahan sel pada daerah meristem, yang selanjutnya menginisiasi pembentukan primordia daun baru.

Peningkatan jumlah daun adalah salah satu indikator tanaman mencapai tahap dewasa. Dalam pendewasaan tanaman, faktor umur merupakan salah satu faktor yang memengaruhi transisi tanaman menuju tahap reproduktif secara umum, selain kesehatan tanaman. Dengan meningkatkan jumlah daun, tanaman mampu melakukan fotosintesis secara maksimal untuk mendukung proses transisinya menuju fase reproduktif (Glover, 2007), dan peningkatan nilai bersih fotosintesis bergantung pada kandungan klorofil yang terdapat pada daun (Xiaoying *et al.*, 2012). Penambahan cahaya biru dapat meningkatkan hasil bersih fotosintesis melalui peningkatan kandungan klorofil a, dikarenakan klorofil a terlibat langsung dalam penentuan aktivitas fotosintesis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman anggrek *P. amabilis* pembawa gen *Ubipro::PaFT* telah mencapai umur 23 bulan/92 minggu dan telah mencapai tahap dewasa/berbunga. Namun, secara morfologis belum terlihat adanya indikator terjadinya transisi dari fase vegetatif ke fase pembungaan, seperti munculnya infloresens, walaupun telah diinduksi dengan perlakuan cahaya biru. Hal yang sama juga ditunjukkan oleh Semiarti *et al.* (2007), bahwa anggrek *P. amabilis* memasuki fase reproduktif pada umur 53 minggu setelah penanaman yang ditandai dengan munculnya infloresens, kemudian

muncul bunga pada umur 130 minggu setelah tanam.

2. Analisis DNA Tanaman Anggrek Pembawa Gen *Ubipro::PaFT*

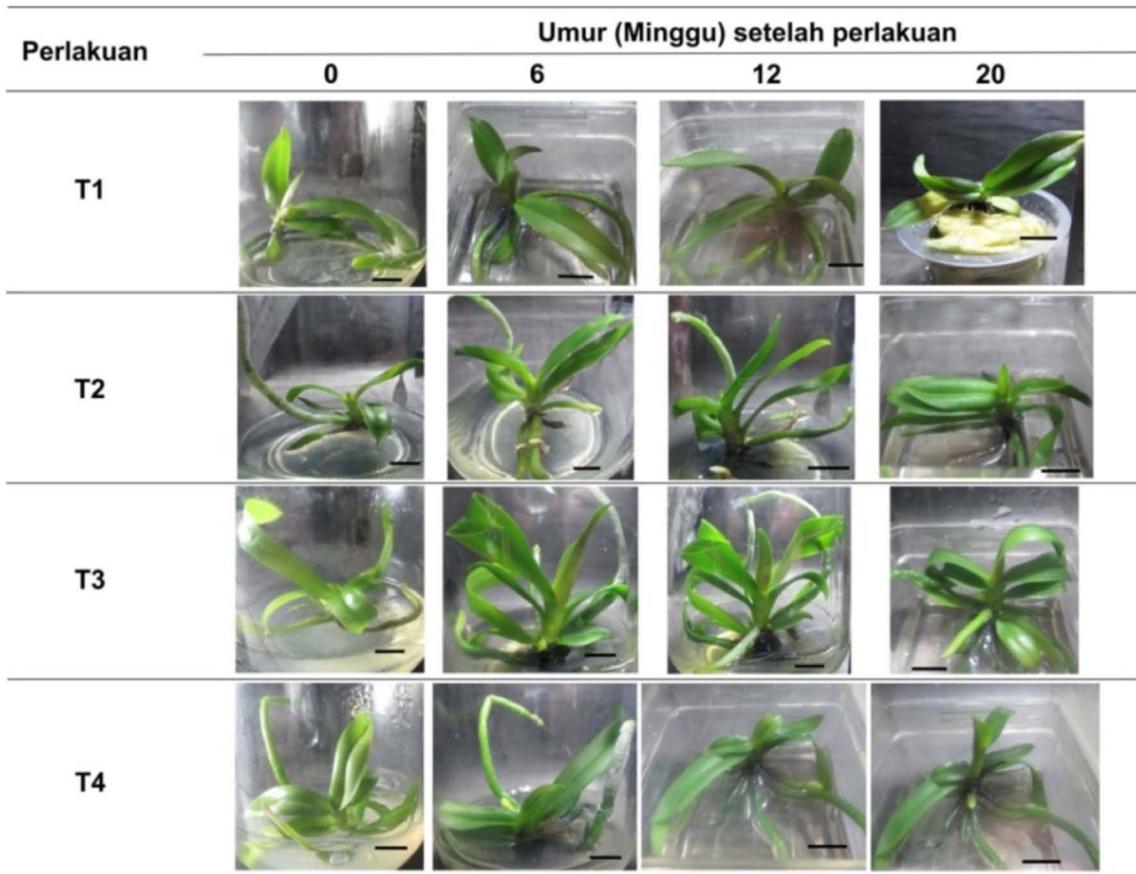
Analisis DNA pada penelitian ini dilakukan untuk mengkonfirmasi apakah transgen *Ubipro::PaFT* telah terintegrasi ke dalam genom tanaman anggrek *P. amabilis* transgenik. Amplifikasi fragmen DNA dan plasmid yang membawa gen *Ubipro::PaFT* dengan menggunakan primer DegPaFT F1R1 menghasilkan fragmen DNA berukuran 531 *base pair* (bp) (Gambar 1a) sesuai dengan ukuran gen *PaFT* yang disisipkan.

Keberadaan fragmen DNA berukuran 531 bp dari hasil amplifikasi dengan primer DegPaFT F1R1 (Gambar 1b) tersebut menunjukkan stabilitas integrasi transgen *PaFT* di dalam genom tanaman selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman transgenik. Tanaman-tanaman transgenik yang digunakan dalam penelitian ini telah dinyatakan positif sebagai transgen pada penelitian Mercuriani (2014) sebelumnya pada medium seleksi antibiotik Hygromisin.

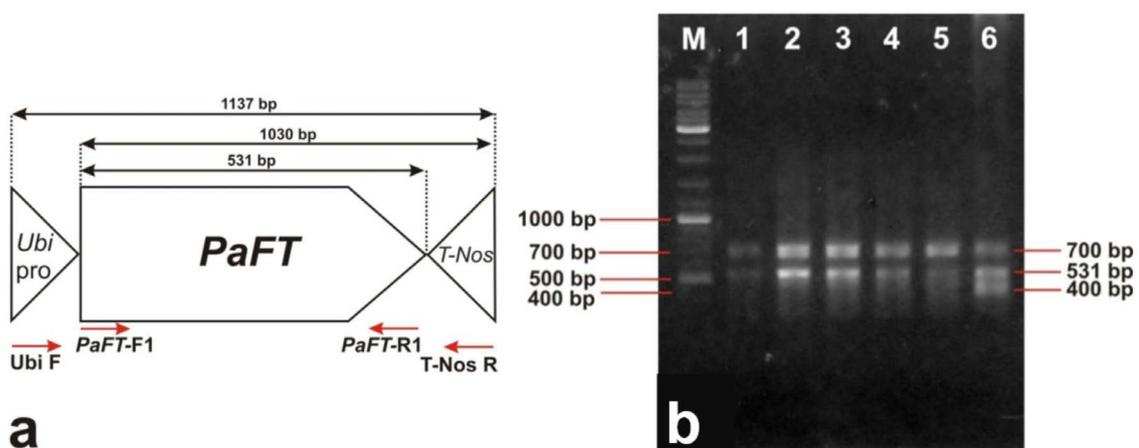
Munculnya fragmen DNA berukuran 700 bp pada genom tanaman anggrek *P. amabilis* (Gambar 1b) baik transgenik maupun non-transgenik hasil amplifikasi dengan menggunakan primer DegPaFT F1R1 disebabkan beberapa kemungkinan, antara lain adanya gen homolog pada genom anggrek *P. amabilis* Indonesia yang berukuran 700 bp terhadap *PaFT* pada anggrek *P. amabilis* Taiwan asal transgen tersebut diisolasi, dengan ukuran 531 bp. Pembuatan primer DegPaFT F1R1 didasarkan pada sekuen gen *FT-Like* tanaman

angrek *P. amabilis* asal Taiwan yang telah diklon dalam plasmid pGA3426 dalam bakteri *Agrobacterium*

tumefaciens strain LBA4404 (Semiarti *et al.*, 2007).



Gambar 1. Pertumbuhan tanaman *P. amabilis* transgenik dimulai pada umur 18 bulan pada semua perlakuan (Bar = 1cm).



Gambar 2. Elektroforegram hasil re-konfirmasi keberadaan transgen *PaFT* pada tanaman angrek *P. amabilis* transgenik. (a) Konstruksi fragmen *Ubipro::PaFT*. (b) Hasil amplifikasi DNA menggunakan primer DegPaFT F1R1. M: Marka 1 kb DNA Ladder, lajur 1 – 5: Tanaman transgenik, lajur 6: Tanaman non-transgenik.

3. Analisis Profil Protein Tanaman Anggrek Pembawa Gen *Ubipro::PaFT*

Analisis profil protein dilakukan untuk mengetahui apakah telah terjadi ekspresi transgen *Ubipro::PaFT* di level translasi dengan pembentukan protein pada tanaman anggrek *Phalaenopsis amabilis* pembawa gen *Ubipro::PaFT* setelah pemberian perlakuan.

Profil protein pada Gambar 3 berasal dari supernatan hasil isolasi daun. Ukuran berat molekul pita protein yang dihasilkan pada elektroforegram tersebut disajikan pada Tabel 3.

Elektroforegram pada Gambar 3 dan perhitungan berat molekul (kDa) sampel yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat protein yang terdeteksi pada semua tanaman, baik tanaman transgenik maupun non-transgenik, dan ada beberapa protein yang terdeteksi hanya pada tanaman tertentu. Protein dengan berat molekul 108,57 kDa merupakan protein dengan berat molekul terbesar yang terdeteksi pada sebagian besar tanaman, kecuali pada sampel tanaman di lajur G dan L. Kemudian, protein dengan berat molekul 71,30 kDa terdeteksi hampir diseluruh tanaman, kecuali pada sampel tanaman di lajur K. Selanjutnya, protein dengan berat molekul 56,16 kDa terdeteksi pada sebagian besar tanaman kecuali pada sampel tanaman di lajur G dan L. Protein dengan berat molekul 40,85 kDa terdeteksi pada semua tanaman dan protein dengan berat molekul 26,79 kDa hanya terdeteksi pada sampel tanaman di lajur J dan K saja. Kemudian, protein dengan berat molekul 13,27 kDa hanya terdeteksi

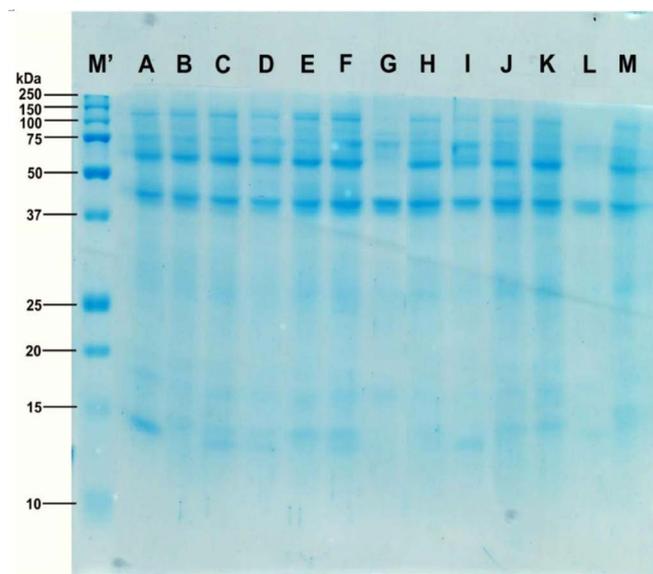
pada beberapa tanaman, kecuali sampel tanaman di lajur G, J, K, dan L, serta protein dengan berat molekul 13,12 kDa merupakan protein dengan berat molekul terkecil yang hanya terdeteksi pada sampel tanaman di lajur C, D, dan I.

Elektroforegram profil protein tanaman *P. amabilis* menunjukkan bahwa pita protein yang terbentuk cenderung memiliki keseragaman, walau terdapat beberapa protein dengan berat molekul yang kecil terdeteksi hanya di beberapa tanaman. Hal tersebut diindikasikan bahwa tanaman mengekspresikan beberapa protein yang sejenis dalam waktu yang bersamaan (ketika sampel tanaman diisolasi). Berdasarkan hasil elektroforegram yang dikaitkan dengan bukti morfologis, diduga bahwa protein yang dihasilkan adalah untuk pertumbuhan vegetatif, mengingat protein *PaFT* yang dikehendaki terdapat pada ukuran 19,647 kDa belum juga muncul.

Beberapa protein yang berperan dalam proses transisi dari fase vegetatif ke fase generatif pada tanaman *Phalaenopsis* yaitu CONSTANS-Like (CO-Like), yang memiliki berat molekul 28,514 kDa, SUPPRESSION OF OVEREXPRESSION OF CONSTANS1 (SOC1) yang memiliki berat molekul 25,522 kDa, AGAMOUS-Like (AGL) yang memiliki berat molekul 27,731 kDa, dan FLOWERING LOCUS T-Like (FT-Like) yang memiliki berat molekul 19,809 kDa. Berdasarkan profil protein dalam SDS-PAGE pada Gambar 3, protein-protein tersebut belum terdeteksi pada semua tanaman perlakuan, sehingga diduga tanaman masih dalam fase vegetatif dan belum terjadi transisi ke generatif.

Pada penelitian ini, perlakuan berupa fotoperiode dan fluktuasi temperatur masih belum mampu menginduksi terjadinya proses transisi dari fase vegetatif ke fase generatif pada tanaman anggrek *P. amabilis* pembawa gen *Ubipro::PaFT* hingga umur 20 minggu setelah perlakuan, walaupun didukung dengan penambahan hormon benziladenin (BA) dengan konsentrasi 5 ppm. Fase pertumbuhan generatif

masih belum terlihat dengan indikator belum munculnya infloresen pada semua tanaman. Hal tersebut diduga disebabkan beberapa faktor, antara lain gen-gen vegetatif masih aktif dan faktor mikroklimat yang belum sesuai untuk tanaman melakukan proses transisi ke fase generatif, sehingga protein yang dihasilkan diduga masih diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif.



Gambar 3. Profil protein tanaman *P. amabilis* umur 23 bulan setelah 20 minggu perlakuan. A, C: tanaman transforman; dan B: tanaman non-transforman, dengan perlakuan T1. D, F: tanaman transforman; dan E: tanaman non-transforman, dengan perlakuan T2. G: kontrol/tanaman anggrek yang telah berbunga. H, J: tanaman transforman; dan I: tanaman non-transforman, dengan perlakuan T3. K, M: tanaman transforman; dan L: tanaman non-transforman, dengan perlakuan T4.

Tabel 3. Hasil pengukuran berat molekul protein

| No. Pita | Berat Molekul Protein (kDa) Tanaman | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| 1. | 108,57 | 108,57 | 108,57 | 108,57 | 108,57 | 108,57 | 71,30 | 108,57 | 108,57 | 108,57 | 108,57 | 71,30 | 108,57 |
| 2. | 71,30 | 71,30 | 71,30 | 71,30 | 71,30 | 71,30 | 40,85 | 71,30 | 71,30 | 71,30 | 56,16 | 40,85 | 71,30 |
| 3. | 56,16 | 56,16 | 56,16 | 56,16 | 56,16 | 56,16 | 16,09 | 56,16 | 56,16 | 56,16 | 40,85 | | 56,16 |
| 4. | 40,85 | 40,85 | 40,85 | 40,85 | 40,85 | 40,85 | | 40,85 | 40,85 | 40,85 | 26,79 | | 40,85 |
| 5. | 13,27 | 13,27 | 13,27 | 13,27 | 13,27 | 13,27 | | 13,27 | 13,27 | 26,79 | | | 13,27 |
| 6. | | | 13,12 | 13,12 | | | | | 13,12 | | | | |

Keterangan: A, C: tanaman transforman; dan B: tanaman non-transforman, dengan perlakuan T1. D, F: tanaman transforman; dan E: tanaman non-transforman, dengan perlakuan T2. G: kontrol/tanaman anggrek yang telah berbunga. H, J: tanaman transforman; dan I: tanaman non-transforman, dengan perlakuan T3. K, M: tanaman transforman; dan L: tanaman non-transforman, dengan perlakuan T4. Warna yang sama menunjukkan kesamaan ukuran berat molekul protein.

Berbagai macam faktor yang memungkinkan untuk terjadinya proses transisi dari fase vegetatif ke fase generatif antara lain temperatur, fotoperiodisitas, vernalisasi, dan kualitas cahaya. Sinyal-sinyal lingkungan tersebut akan direspons oleh tanaman, dan apabila kondisinya menguntungkan untuk terjadinya proses pembungaan maka gen-gen yang berperan dalam inisiasi pembungaan akan segera diaktivasi. Salah satu gen yang berperan dalam menginduksi pembungaan tanaman yaitu gen *FLOWERING LOCUS T* (*FT*) yang berhasil diidentifikasi dari tanaman *Arabidopsis thaliana*.

Eksresi gen *FT* pada tanaman terjadi di dalam daun yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti temperatur, fotoperiodisitas, vernalisasi, dan kualitas cahaya yang spesifik untuk masing-masing tanaman. Faktor lingkungan tersebut memiliki jalur tersendiri dalam menginduksi terjadinya proses aktivasi gen-gen pembungaan. Secara molekular, pada jalur pembungaan yang diinduksi oleh cahaya/fotoperiodisitas, terdapat gen kunci yang teraktivasi melalui jalur ini, yaitu gen *CONSTANS* (*CO*) dan *FT*. Kedua gen ini merupakan elemen kunci yang memediasi efek panjang hari dalam pembungaan dan diekspresikan dalam sel-sel pendamping floem pada daun. Pada kondisi hari-panjang, ekspresi gen *CO* mengalami peningkatan regulasi kemudian proteinnya distabilkan. Setelah protein dari gen *CO* diproduksi, maka akan menginduksi ekspresi gen *FT*. Ekspresi ektopik dari *CO* menyebabkan pembungaan lebih awal, tetapi tidak ketika diekspresikan dari promotor spesifik pada meristem

pucuk. Sebaliknya, overekspresi gen *FT* pada pucuk apeks saja dapat menginduksi pembungaan lebih awal, seperti halnya ekspresi gen *CO* dari promotor spesifik pendamping sel (Zeevart, 2008).

Eksresi gen *CO* terjadi pada floem daun yang meregulasi sintesis *mobile signal* untuk menginduksi pembungaan. Hal ini kemungkinan diperkuat oleh hasil percobaan *grafting* dengan tanaman yang mengekspresikan *CO* di bawah kontrol *GALACTINOL SYNTHASE 1* (*GAS1*). Tanaman donor yang membawa gen *GAS1::CO* ini menginduksi pembungaan awal pada tunas reseptor tanaman mutan *co-1*. Meski diproduksi di floem daun, *FT* bertindak di daerah apeks pucuk, di mana ia akan membentuk kompleks dengan faktor transkripsi *bZIP FLOWERING LOCUS D* (*FD*). Kompleks *FT/FD* heterodimer akan mendorong transisi tanaman ke pembungaan dengan mengaktifkan gen *SUPPRESSION OF OVEREXPRESSION OF CO1* (*SOC1*) dan gen identitas meristem pembungaan *APETALA1* (*AP1*). Hal ini menjelaskan bahwa lokasi produksi mRNA *FT* di dalam daun jauh dari lokasi aksi *FT* yaitu di daerah apeks pucuk. Dengan demikian, produk *FT* (mRNA atau protein) adalah kandidat utama untuk sinyal florigen yang ditranslokasikan melalui floem (Zeevart, 2008).

Ketidakhadiran protein *PaFT* pada elektroferogram hasil isolasi dari daun tanaman anggrek *P. amabilis* di atas dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: tidak terekspresinya gen *CO* pada daun yang disebabkan kualitas cahaya yang tidak sesuai dan ekspresi

protein *PaFT* pada daun bersifat sementara yang kemudian langsung ditranslokasikan ke meristem apikal pucuk melalui floem. Walaupun berdasarkan hasil amplifikasi DNA menggunakan primer DegPaFT F1R1, tanaman anggrek *P. amabilis* tersebut positif membawa gen *Ubipro::PaFT*. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendeteksi protein-protein yang telah diekspresikan oleh tanaman dan mengoptimalkan kembali faktor lingkungan seperti kualitas cahaya, iradiasi dengan cahaya tambahan lainnya, serta pemberian nutrisi dan zat pengatur tumbuh yang optimal sehingga dapat terjadi transisi dari fase vegetatif ke fase reproduktif

SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

Simpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini antara lain cahaya dan temperatur berpengaruh terhadap peningkatan tunas dan jumlah daun tanaman anggrek *Phalaenopsis amabilis* pembawa gen *Ubipro::PaFT*. Kombinasi cahaya putih dan cahaya biru merupakan kombinasi cahaya yang paling baik dalam meningkatkan jumlah daun. Kemudian, profil protein yang dihasilkan oleh tanaman anggrek *P. amabilis* pembawa gen *Ubipro::PaFT* setelah diberi perlakuan diduga masih mengekspresikan protein-protein untuk pertumbuhan vegetatif. Hal itu dikarenakan protein transgen *PaFT* tidak terdeteksi pada profil tanaman transgenik umur 23 bulan, sementara protein yang diduga *POH1* terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa gen vegetatif *POH1* mampu menghambat aktivasi gen *PaFT* pada tanaman *P. amabilis* transgenik umur 20 minggu, sehingga tanaman masih dalam fase juvenil dan belum mampu diinduksi untuk berbunga.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mendeteksi protein yang spesifik untuk memastikan protein-protein yang terekspresi pada tanaman anggrek *P. amabilis* pembawa gen *Ubipro::PaFT*, serta mengoptimalkan faktor lingkungan seperti kualitas cahaya, fluktuasi temperatur yang lebih tepat, dan pemberian zat pengatur tumbuh yang tepat untuk terjadinya proses transisi dari fase vegetatif ke fase generatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Badriah, D.S dan Sutater, T. 1996. Keragaman *Phalaenopsis amabilis* L. di Koleksi Sub Balihorti Cipanas. *Prosiding Seminar Nasional Tanaman Hias* 1996.
- Glover, B. 2007. *Understanding Flower and Flowering: An Integrated Approach*. Oxford University Press Inc., New York.
- Hew, C.S., and Yong, J.W.H. 2004. *The Physiology of Tropical Orchids in Relation to the Industry 2nd edition*. World Scientific Publishing. Singapore. Pp. 1 – 161.
- Hunter, D.C. and Burritt, D.J. 2004. Light Quality Influences Adventitious Shoot Production from Cotyledon Explants of Lettuce (*Lactuca sativa* (L.)). *In Vitro Cell. Dev. Biol. – Plant*, 40:215 – 220.
- Indrianto, A. 2002. Peningkatan Mutu Anggrek dengan Kultur Jaringan: Teknik Embriogenesis Mikrospora. *Prosiding Seminar Nasional Anggrek, Universitas Gadjah Mada*. Nomor 2: 35 – 43.
- Islam, M.O., Ichihashi and S. Matsui. 1998. Control of Growth and Development of Protocorm Like-Body Derived from Callus by Carbon Source in *Phalaenopsis*. *Plant Biotechnology* 15 (4): 183 – 187.

- Jumani, M. 2010. *Minat Anggrek Semakin Tinggi*. (<http://indonesianorchids.wordpress.com/2010/10/03/minat-anggrek-semakin-tinggi/>). Diakses tanggal 10 Juli 2014.
- Lin, K-Hung., Huang, M-Yuan., Huang, W-Dar., Hsu, M-Huang., Yang, Z-Wei., and Yang, C-Ming. 2013. The Effect of Red, Blue, and White Light-Emitting Diodes on The Growth, Development, and Edible Quality of Hydroponically Grown Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*). *Scientia Horticulturae*, 150: 86 – 91.
- Mercuriani, I., S., Slamet, A., Utami, B. S., Sasongko, A. B., Purwantoro, A., Moeljopawiro, S., dan Semiarti, E. 2014. Induksi Pembungaan In Vitro pada Tanaman Anggrek Bulan *Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume Asli Indonesia. *Jurnal Agros*, 16(2): 273 – 277.
- Muleo, R., Morini, S., and Casano, S. 2001. Photoregulation of Growth and Branching of Plum Shoots: Physiological Action of Two Photosystems. *In Vitro Cell. Dev. Bio. – Plant*, 37:609 – 617.
- Paquet, N., Bernadet, M., Morin, H., Traas, J., Dron, M., and Charon, C. 2005. Expression Patterns of TEL Genes in *Poaceae* Suggest a Conserved Association with Cell Differentiation. *Journal Experimental Botany*, 56(416): 1605 – 1614.
- Semiarti, E., Indrianto, A., Purwantoro, A., Isminingsih, S., Suseno, N., Ishikawa, T., Yushioka, Y., Machida, Y., and Machida, C. 2007. *Agrobacterium*-Mediated Transformation of The Wild Orchid Species *Phalaenopsis amabilis*. *Plant Biotechnology*, 24: 265-272.
- Sulistianingsih, R., Mangoendidjojo, W., Purwantoro, A., dan Semiarti, E. 2006. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma pada Pertumbuhan Plantlet Anggrek Bulan *Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl. *Risalah Seminar Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. pp: 121 – 125.
- Xiaoying, L., Shirong, G., Taotao, C., Zhigang, X., and Tezuka, T. 2012. Regulation of The Growth and Photosynthesis of Cherry Tomato Seedlings by Different Light Irradiations of Light Emitting Diodes (LED). *African Journal of Biotechnology*, Vol. 11(22), pp. 6169-6177.
- Zeevaart, J.A.D. 2008. Leaf-Produced Floral Signals. *Current Opinion in Plant Biology*, 11: 541 – 547.

PENGARUH PEMBERIAN GIBERELIN DAN AIR KELAPA TERHADAP PERKECAMBAHAN BIJI ANGGREK BULAN (*Phalaenopsis* sp.)

The Influence of Gibberelin Addition and Coconut Water Against Germination of Phalaenopsis sp. Seeds

Lilik Hidayatul Mukminin¹, Putri Moortiyani Al Asna¹, Frida Kunti Setiowati¹

¹Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Malang
ayatulumukminin@gmail.com

Abstract – *Phalaenopsis* sp. also known as “anggrek bulan” including of the Orchidaceae that having high economic value. Cultivation of orchidaceous plants so far constrained in orchid’s seeds which has a germination less than 1 percent. Capacity’s of orchid’s seeds to germinate is low caused by small seeds and it has no endosperm so the germination of orchids seeds needs to be supported by hormone growing appropriate. Gibberellin and coconut water known can serve in the germination of orchids seeds. The purpose of this research to know the influence of the gibberelin (GA3) addition and coconut water to the germination of *Phalaenopsis* sp. orchids seeds . Stage research conducted is to do sterilization, then seeds orchids inoculated in the MS medium with concentration variation GA3 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm and variation treatment concentration coconut water 10 ml, 20 ml, and 25 ml and the combination between that treatment then observed in day 21st. The parameter that observed is the development of protocorm morphology and phase the development of protocorm analyzed in descriptively, the germination of *Phalaenopsis* sp. orchids seeds analyzed ANOVA and continued test tukey in the levels of trust 95 % to see differences in between treatment. The development of protocorm in the three treatment show phase the development of protocorm different, namely the embryo to swell and tear testa, protocorm white with absorbing hair, protocorm yellowish white, and protocorm green round. The research results show that the Gibberellin (GA3) 3 ppm produce lowest germination level. There isn’t real different germination level showed of *Phalaenopsis* sp. orchids seeds with the combination of Gibberellin (GA3) and coconut water with treatment MS media.

Keywords: *Phalaenopsis* sp., Gibberellin (GA3), coconut water, seed germination.

Abstrak: *Phalaenopsis* sp. atau dikenal dengan nama dagang anggrek bulan termasuk famili Orchidaceae yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Pembudidayaan tanaman anggrek selama ini terkendala pada biji anggrek yang memiliki daya kecambah kurang dari 1%. Daya kecambah biji yang rendah disebabkan oleh ukuran biji yang kecil dan tidak mempunyai endosperm. Oleh karena itu, perkecambahan biji anggrek perlu didukung oleh hormon tumbuh yang sesuai. Gibberelin dan air kelapa diketahui dapat berperan dalam perkecambahan biji. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian Gibberelin (GA3) dan air kelapa terhadap perkecambahan biji anggrek bulan (*Phalaenopsis* sp). Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu melakukan sterilisasi, kemudian biji Anggrek diinokulasikan dalam medium MS dengan perlakuan variasi konsentrasi GA3 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm dan perlakuan variasi konsentrasi air kelapa 10 mL, 20 mL, dan 25 mL beserta kombinasinya kemudian diamati pada hari ke-21. Parameter yang diamati berupa perkembangan morfologi protocorm dan fase perkembangan protocorm yang dianalisis secara deskriptif, sedangkan daya kecambah protocorm dianalisis ANOVA dan dilanjutkan uji Tukey pada tingkat kepercayaan 95% untuk melihat adanya perbedaan antarperlakuan. Perkembangan protocorm pada 3 perlakuan memperlihatkan fase perkembangan protocorm yang berbeda, yaitu embrio membengkak dan merobek testa, protocorm putih dengan *absorbing hair*, protocorm putih kekuningan, dan *protocorm* hijau bulat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian gibberelin (GA₃) 3 ppm menghasilkan daya kecambah paling rendah dan pemberian kombinasi antara GA3 dan air kelapa menunjukkan daya kecambah yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan MS.

Kata Kunci: *Phalaenopsis* sp., gibberelin (GA3), air kelapa, perkecambahan biji.

PENDAHULUAN

Phalaenopsis sp. atau dikenal dengan nama dagang anggrek bulan termasuk famili Orchidaceae yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Pembudidayaan tanaman anggrek selama ini terkendala pada biji anggrek yang memiliki daya kecambah kurang dari 1% (Gunawan, 2002). Daya kecambah biji yang rendah disebabkan oleh ukuran biji yang kecil dan tidak mempunyai endosperm. Oleh karena itu, perkecambah-an biji anggrek perlu didukung oleh hormon tumbuh yang sesuai.

Giberelin dan air kelapa diketahui dapat berperan dalam perkecambahan biji. Pemberian giberelin (GA_3) 0,15–0,2 ppm diketahui dapat meningkatkan secara nyata jumlah tunas, tinggi, jumlah daun, dan jumlah akar. Adapun pemberian air kelapa hanya meningkatkan jumlah akar, dan pemberian kombinasi antara GA_3 dan air kelapa berpengaruh nyata terhadap jumlah akar dan jumlah tunas (Pandiangan dan Nainggolan, 2006). Kombinasi giberelin 2 ppm dan air kelapa 250 ml/l merupakan kombinasi terbaik pada perkecambahan biji anggrek bulan (Bey, *et al.* 2006). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian Giberelin (GA_3) dan air kelapa terhadap perkecambahan biji anggrek bulan (*Phalaenopsis* sp.).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2016 di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap, pola faktorial 4 x 4. Faktor

pertama berupa giberelin (GA_3) dengan 4 taraf perlakuan terdiri dari 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm dan 3 ppm. Faktor kedua berupa air kelapa dengan 4 taraf perlakuan terdiri dari 0 ml/l, 150 ml/l, 200 ml/l dan 250 ml/l. Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan sehingga diperoleh 48 unit percobaan.

Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu melakukan sterilisasi, kemudian biji anggrek diinokulasikan dalam medium MS dengan perlakuan variasi konsentrasi GA_3 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm dan perlakuan variasi konsentrasi air kelapa 10 mL, 20 mL, dan 25 mL beserta kombinasinya kemudian diamati pada hari ke-21. Parameter yang diamati berupa perkembangan morfologi *protocorm* dan fase perkembangan *protocorm* yang dianalisis secara deskriptif, sedangkan daya kecambah *protocorm* dianalisis ANOVA dan dilanjutkan uji Tukey pada tingkat kepercayaan 95% untuk melihat adanya perbedaan antarperlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang diperoleh tentang pengaruh penambahan Giberelin (GA_3) dan air kelapa beserta interaksinya terhadap perkecambahan Anggrek Bulan (*Phalaenopsis* sp.) diperoleh hasil yang beragam pada setiap perkecambahan biji hingga menjadi *protocorm*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian giberelin (GA_3) 3 ppm menghasilkan daya kecambah paling rendah, sedangkan pemberian kombinasi antara GA_3 dan air kelapa menunjukkan daya kecambah yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan MS tanpa penambahan giberelin dan air kelapa. Daya kecambah biji Anggrek *Phalaenopsis* sp. disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daya Kecambah Biji Anggrek *Phalaenopsis* sp. pada Minggu ke-3 dengan Variasi Konsentrasi GA3 dan Air Kelapa

| Giberelin (mg/L) | Air Kelapa (mL/L) | | | |
|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 0 | 100 | 200 | 250 |
| 0 | 98,5 ^a | 73,5 ^b | 96,5 ^a | 100 ^a |
| 1 | 98,5 ^a | 99 ^a | 94,5 ^a | 99 ^a |
| 2 | 69,95 ^b | 94,5 ^a | 98 ^a | 100 ^a |
| 3 | 13,64 ^d | 75 ^b | 97,5 ^a | 56,2 ^c |

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf kepercayaan 95%.

Semua perlakuan penambahan giberelin dan air kelapa dengan berbagai konsentrasi beserta interaksinya dihasilkan perkecambah-an dan perkembangan *protocorm like bodies* (plb) yang berbeda. Perkecambahan dan perkembangan kalus pada perlakuan penambahan air kelapa dengan berbagai volume pada Media Murashige and Skoog (MS) tidak menghasilkan perkecambahan biji anggrek bulan (*Phalaenopsis* sp.) yang efektif dan signifikan. Penambahan air kelapa pada media perkecambahan anggrek seharusnya dapat menstimulasi perkecambahan dan pertumbuhan. George dan Sherrington (1984) menyatakan bahwa penggunaan zat pengatur tumbuh (ZPT) dalam kultur *in vitro* pada batas tertentu mampu merangsang pertumbuhan namun dapat bersifat sebagai inhibitor apabila digunakan melebihi konsentrasi optimum. Adapun pemberian air kelapa menunjukkan daya perkecambahan dan perkembangan morfologi yang lebih lambat daripada perlakuan yang lain. Hal ini kurang sesuai dengan Bey

et al., (2006) yang mengatakan bahwa air kelapa muda merupakan suatu cairan yang mengandung unsur hara dan ZPT sehingga dapat menstimulasi perkecambahan dan pertumbuhan.

Perkembangan biji pada masing-masing perlakuan berbeda. Awal perkembangan, bentuk embrio berada di dalam testa dengan ukuran yang tidak terlalu besar. Beberapa hari kemudian, biji mengalami pembengkakan dan tampak adanya gegaris testa. Biji terus mengalami pembengkakan dan testa hanya akan tersisa sedikit yang melekat pada ujung *protocorm*. *Protocorm* selanjutnya akan berubah kekuningan kemudian akan semakin hijau dan membulat yang akan disusul dengan munculnya SAM (*Shoot Apical Meristem*).

Morfologi biji anggrek *Phalaenopsis* sp. diamati berdasarkan pada perkembangan *protocorm* yang terdiri dari 6 fase (Dwiyani *et al.*, 2012). Perkembangan morfologi *Protocorm* anggrek *Phalaenopsis* sp. pada minggu ke-3 dengan variasi konsentrasi GA₃ dan air kelapa seperti tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Perkembangan Morfologi *Protocorm* Anggrek *Phalaenopsis* sp. pada Minggu ke-3 dengan Variasi Konsentrasi GA3 dan Air Kelapa

| Ciri Morfologi | Perlakuan | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | G0 A0 | G0 A1 | G0 A2 | G0 A3 | G1 A0 | G1 A1 | G1 A2 | G1 A3 | G2 A0 | G2 A1 | G2 A2 | G2 A3 | G3 A0 | G3 A1 | G3 A2 | G3 A3 |
| Biji membengkak | - | - | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | - | - | - | √ | √ | √ | √ |
| Embrio keluar dari testa | - | √ | √ | √ | - | √ | √ | - | - | - | - | √ | √ | √ | √ | √ |

| Ciri Morfologi | Perlakuan | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | G0 A0 | G0 A1 | G0 A2 | G0 A3 | G1 A0 | G1 A1 | G1 A2 | G1 A3 | G2 A0 | G2 A1 | G2 A2 | G2 A3 | G3 A0 | G3 A1 | G3 A2 | G3 A3 |
| <i>Protocorm</i> berwarna putih tulang | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ | - | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ | √ |
| <i>Protocorm</i> membulat | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ |
| <i>Protocorm</i> berwarna kekuningan | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| Muncul AH | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | - | √ | - | - | √ | √ | - | - | - |
| AH tumbuh merata | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | - | √ | - | - | √ | - | - | - | - |
| <i>Protocorm</i> berwarna hijau | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ |
| Muncul SAM | √ | - | - | - | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | - |

Keterangan: AH =Absorbing Hairs, SAM = Shoot Apical Meristem.

Dwiyani *et al.*, (2012), menyatakan bahwa perkembangan morfologi biji anggrek *Phalaenopsis* sp. yang terdiri dari 6 fase dimulai dari biji yang belum berkecambah hingga *protocorm* dengan SAM (*Shot*

Apical Meristem). Tahap perkecambahan Anggrek *Phalaenopsis* sp. secara mikroskopik pada minggu ke-3 dengan variasi konsentrasi GA₃ dan air kelapa tersaji pada Gambar 1.

Gambar 1. Hasil Pengamatan Mikroskopis Fase Perkecambahan Biji Anggrek *Phalaenopsis* sp. Ket: (1) Biji belum berkecambah, (2) Biji membesar, (3) Biji keluar dari testa, (4) *Protocorm* mulai berkembang dan berwarna putih kekuningan, (5) *Protocorm* munculnya membulat dan munculnya *Absorbing Hair* (AH) (), (6) *Protocorm* berwarna hijau dan muncul *Shoot Apical Meristem* (SAM) ().

(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2016)

Perkecambahan adalah proses pertumbuhan embrio dan komponen biji yang mempunyai kemampuan untuk tumbuh secara normal menjadi tanaman baru. Jaringan yang mengalami hidrasi akan memicu aktivasi giberelin yang ada di dalam jaringan sehingga jaringan

mengeluarkan enzim hidrolitik. Aktivasi giberelin diikuti dengan aktifnya auksin dan sitokinin. Keberadaan auksin pada sel menyebabkan peningkatan permeabilitas sel terhadap air sehingga tekanan dinding sel menurun. Hal tersebut menyebabkan dinding sel melunak yang ditandai

dengan pecahnya kulit biji sehingga air dapat masuk ke dalam sel yang menyebabkan bertambahnya volume sel (Hopkins dan Huner, 2008).

Air kelapa berpengaruh terhadap perkecambahan biji anggrek karena mengandung sitokinin (George dan Sherington, 1984) yaitu zat pengatur tumbuh utama yang terdapat dalam air kelapa adalah sitokinin. Penelitian lebih lanjut yang dilakukan oleh Dwidjoseputro (1989) menunjukkan bahwa selain mengandung kalori, protein, dan mineral, air kelapa muda mengandung sitokinin yaitu zat pengatur tumbuh yang mempercepat pembelahan sel. Hal ini didukung oleh pendapat Widiastoety (2008) yang menyatakan bahwa air kelapa mengandung zat atau bahan-bahan seperti karbohidrat, vitamin, mineral, protein serta zat tumbuh auksin, sitokinin dan giberelin yang berfungsi sebagai pemicu terjadinya proliferasi jaringan, metabolisme dan respirasi sel. Air kelapa muda juga merupakan suatu bahan alami yang di dalamnya terkandung hormon seperti sitokinin 5,8 mg/l yang dapat merangsang pertumbuhan tunas dan mengaktifkan kegiatan jaringan atau sel hidup, hormon auksin 0,07 mg/L dan sedikit giberelin serta senyawa lain yang dapat menstimulasi perkecambahan dan pertumbuhan (Morel 1974, dalam Bey *et al.* 2006).

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian giberelin (GA_3) 3 ppm menghasilkan daya kecambah paling rendah dan pemberian kombinasi antara GA_3 dan air kelapa menunjukkan daya kecambah yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan MS.

DAFTAR PUSTAKA

- Bey, Y., Syafii, W. dan Sutrisna. 2006. Pengaruh Pemberian Giberelin (GA_3) dan Air Kelapa terhadap Perkecambahan Bahan Biji Anggrek Bulan (*Phalaenopsis Amabilis* Bl) secara In Vitro. *Jurnal Biogenesis*, 2(2): 41–46.
- Dwidjoseputro, D. 1989. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Gramedia.
- Dwiyani, R., Purwantoro, A., Indrianto, A., dan Semiarti, E. 2012. Konservasi Anggrek Alam Indonesia *Vanda tricolor* Lindl. varietas *suavis* Melalui Kultur Embrio Secara In-Vitro. *Jurnal Bumi Lestari*. 12(1):93-98.
- George, E. F. dan Sherington, P. D. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Exegetis Limited: England.
- Hopkins, W.G. dan Huner, N.P.A. 2008. *Introduction of Plant Physiology: 4th edition*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Pandiangan, S. dan Nainggolan, T. 2006. Pengaruh pemberian giberelin (GA_3) dan air kelapa terhadap pertumbuhan planlet tanaman anggrek (*Dendrobium* sp.) secara In Vitro. *Jurnal Komunikasi Penelitian*, 18(2): 30–33.
- Widiastoety D, 2008. *Pengaruh Thiamin terhadap Pertumbuhan Anggrek Oncidium secara in Vitro*. Balai Penelitian Tanaman Hias: Cianjur.

Review: Fitokimia genus *Baccaurea* spp.

Gunawan^{1,2}, Tatik Chikmawati³, Sobir⁴, Sulistijorini³

¹Program Studi Biologi Tumbuhan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

²Program Studi Biologi, Universitas Lambung Mangkurat,
Jl. A.Yani Km. 36 Banjarbaru Kalimantan Selatan

³Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

⁴Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680
Email: ggunlam@gmail.com

Abstrak

Genus *Baccaurea* Lour. adalah salah satu anggota dari famili Phyllanthaceae, merupakan genus yang cukup besar dengan anggota mencapai 43 spesies. Pada pengobatan tradisional genus *Baccaurea* telah dimanfaatkan masyarakat untuk mengobati sembelit, pembengkakan pada mata, radang sendi, abses, sakit perut, memperlancar haid serta buang air kecil. Beberapa anggota genus *Baccaurea* memiliki potensi sebagai tumbuhan obat karena mengandung metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, karotenoid, antosianin, tanin, asam rosmarinik dan fenolik. Kandungan metabolit sekunder tersebut berpotensi sebagai antioksidan, antikanker, antimikroba, antidiabetes, antiinflamasi, antitripanosoma. *B. ramiflora*, *B. lanceolata*, *B. macrocarpa*, *B. angulata*, *B. motleyana*, *B. brevipes*, *B. hookeri*, *B. recemosa*, *B. sapida*, *B. polyneura*, *B. parviflora* dan *B. dulcis* adalah anggota genus *Baccaurea* yang berpotensi sebagai tumbuhan obat.

Latar Belakang

Tumbuhan telah memberikan banyak manfaat terhadap kehidupan manusia, yaitu sebagai sumber pangan dan sebagai bahan obat. Tumbuhan obat adalah tumbuhan yang mengandung bahan yang dapat digunakan untuk pengobatan (Sofowora 1982). Tumbuhan obat telah digunakan selama ratusan tahun sebagai sumber bahan obat dan mempunyai peran penting dalam menyembuhkan beberapa penyakit (Amin dan Nabi 2015). Sampai saat ini terdapat kurang lebih 60% tumbuhan yang telah digunakan sebagai tanaman obat (Harvey 2000). Obat-obatan yang ada saat ini, merupakan hasil pengembangan dari tumbuhan dengan berbagai pendekatan bidang ilmu yaitu botani, etnobotani, fitokimia, biologi dan teknik pemisahan kimia (Amin dan Nabi 2015).

Tumbuhan dapat digunakan pada beberapa pengobatan tradisional karena mempunyai beberapa kandungan

bahan kimia aktif yang mempunyai efek farmakologi. Pada umumnya senyawa aktif tersebut tidak berperan dalam metabolisme primer, sehingga disebut metabolit sekunder (Liu *et al.* 1998). Beberapa produk metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai bahan obat adalah flavanoid, alkaloid, polifenol, steroid, tannin (Smith 1976). Bahan kimia tersebut bagi tanaman berfungsi sebagai bahan yang penting untuk pertumbuhan dan pertahanan tumbuhan, sedangkan bagi manusia bahan kimia tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan dan bahan obat alami. Pada pengobatan tradisional yang telah berlangsung ratusan tahun, masyarakat telah memanfaatkan senyawa metabolit sekunder dalam bentuk ramuan atau jamu, yang terdiri dari berbagai jenis tumbuhan.

Salah satu tumbuhan yang mempunyai khasiat obat adalah genus *Baccaurea*. Genus *Baccaurea* Lour. adalah salah satu anggota dari famili Phyllanthaceae,

merupakan genus yang cukup besar dengan anggota mencapai 43 spesies yang tersebar dari India, Borneo, Sumatra, Jawa, Semenanjung Malaysia, Thailand, Filipina, sampai pulau Pasifik (Haegens 2000). Bagian tumbuhan yang sering digunakan untuk obat adalah bagian buah, daun, dan kulit batang. Genus *Baccaurea* pada umumnya dimanfaatkan buahnya sebagai buah segar dan kayu sebagai bahan bangunan. Pada pengobatan tradisional genus *Baccaurea* dimanfaatkan masyarakat untuk mengobati sembelit, pembengkakan pada mata, radang sendi, abses, sakit perut, memperlancar haid serta buang air kecil.

Genus *Baccaurea* spp.

Genus *Baccaurea* pertama kali dideskripsikan oleh Loureiro pada tahun 1790. Muller pada tahun 1866 mendeskripsikan marga *Baccaurea* dengan 31 jenis. Publikasi berikutnya oleh Backer dan Bakhuizen van der Brink (1963), Whitmore (1973), Smith (1978), Fernando (1979) dan Airy Shaw (1980, 1981) tidak merubah klasifikasi dari marga *Baccaurea*. Haegens (2000) kembali mendeskripsikan marga *Baccaurea* dengan 43 spesies. Berdasarkan sistem klasifikasi sebelumnya genus *Baccaurea* masuk ke dalam famili Euphorbiaceae, namun berdasarkan sistem klasifikasi APG II, berdasarkan bukti molekuler dan morfologi ovul dimasukkan ke dalam famili Phyllanthaceae (Seccoet *al.* 2012).

Genus *Baccaurea* merupakan genus yang cukup besar yang tersebar dari India, Borneo, Sumatra, Semenanjung Malaysia, Thailand, Filipina, sampai pulau Pasifik (Haegens 2000). Anggota genus *Baccaurea* banyak ditemukan tumbuh subur di hutan tropis dan dataran rendah, iklim mikro yang basah, lembab sampai kering dengan ketinggian 0-1300 di atas permukaan laut. Genus ini

juga banyak ditemukan di sekitar aliran sungai, dengan jenis tanah berpasir atau tanah laterit (Lim 2012).

Baccaurea mempunyai habitus pohon, rasa buah asam sampai manis, bagian buah yang dimakan adalah bagian arill. Beberapa spesies yang dijual di pasar tradisional yaitu: *B. motleyana* (nama lokal: Rambai) di Semenanjung Malaysia, Sumatera, Jawa, Bali, dan Borneo; *B. dulcis* (nama lokal: Cupa) di Sumatera; *B. ramiflora* (Nama lokal: Latka (India, Cina), Kanaso (Burma) (Uji 1991; Van Valkenburg 1997). Beberapa spesies yang tidak umum dibudidayakan yaitu : *B. angulata*, *B. bracteata*, *B. edulis*, *B. macrocarpa*, *B. lanceolata*, *B. polyneura*, *B. pubera*, *B. racemosa*, dan *B. reticulata*. Selain dimanfaatkan buahnya *Baccaurea* juga dimanfaatkan kayunya sebagai bahan bangunan: *B. bracteata*, *B. dulcis*, *B. javanica*, *B. lanceolata*, *B. macrocarpa*, *B. macrophylla*, *B. minor*, *B. motleyana*, *B. nanihua*, *B. polyneura*, *B. racemosa*, *B. ramiflora*, *B. parviflora*, dan *B. reticulata* (Salma 1998).

Buah *Baccaurea* dianggap memiliki nilai ekonomi yang rendah, karena buahnya kurang diminati dan hanya beberapa jenis saja yang diperjualbelikan di pasar tradisional. Namun, buahnya memiliki nilai ekologis yang penting, karena buah yang dihasilkan masuk ke dalam jaring-jaring makanan, dan merupakan sumber makanan oleh banyak spesies burung, hewan pengerat, rusa, dan monyet, termasuk orang utan (Rijksen 1978).

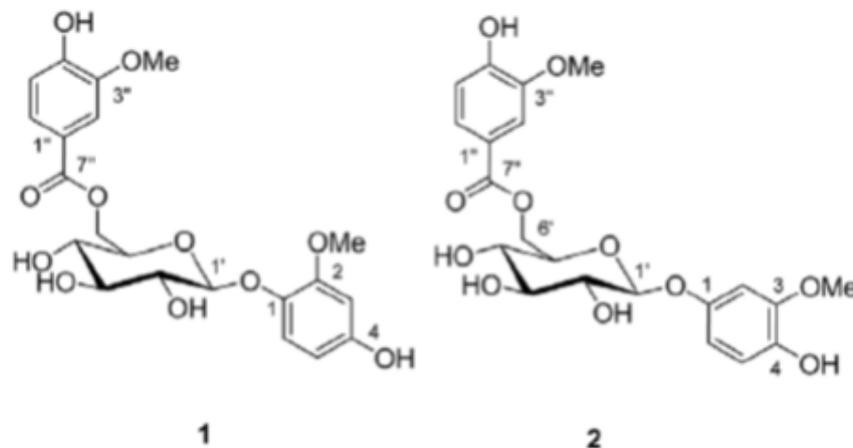
Diversitas Fitokimia pada *Baccaurea* spp.

Genus *Baccaurea* merupakan salah satu takson yang memiliki potensi sebagai tumbuhan obat. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa beberapa genus *Baccaurea* memiliki potensi sebagai tumbuhan obat karena mengandung

metabolit sekunder. Anggota genus *Baccaurea* yang diketahui mempunyai kandungan metabolit sekunder dan berpotensi untuk digunakan sebagai tumbuhan obat adalah *B. ramiflora*, *B. lanceolata*, *B. macrocarpa*, *B. angulata*, *B. motleyana*, *B. brevipes*, *B. sapida*, *B. hookeri*, *B. racemosa*, *B. parviflora*, *B. dulcis* dan *B. polyneura*.

Baccaurea ramiflora tersebar dari Nepal sampai Sikkim, Darjeeling, Pradesh, Tripura, Assam, Bhutan, Burma, Semenanjung Malaysia, Tibet dan pulau Andaman (Goyal *et al.* 2013). Buah *B. ramiflora* mengandung flavonoid, flavonol, proanthocianidin, vitamin C, protein dan besi yang tinggi. Jenis fenol 6'-O-vanilloylisotachioside & 6'-Ovanilloyltachioside ditemukan

dibagian daun (Gambar 1.), sedangkan 4'-O- (6-O-vanilloyl)-beta-D-glucopyranosyl tachioside D, 6'-O-vanilloylpicraquassioside D dan 6'-O-vanilloylcariside B terdapat pada batang *B. ramiflora* (Lin *et al.* 2003; Yang *et al.* 2007). Selain itu, ekstrak metanol daun *B. ramiflora* juga mengandung asam Rosmarinic yang berpotensi sebagai anti inflamasi (Usha *et al.* 2014). Jus buahnya digunakan untuk mengatasi sembelit. Bagian buah yang lain digunakan untuk mengobati radang sendi dan luka-luka (Goyal *et al.* 2013). Ekstrak metanol buah *B. ramiflora* menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat dengan nilai IC50 49,78 ug / ml fraksi larut dan petroleum eter menunjukkan aktivitas antioksidan yang baik dengan nilai IC50 75,31 ug / ml (Amin dan Nabi 2015).



Gambar 1. Senyawa fenol pada daun *B. ramiflora*. 1. 6'-O-vanilloylisotachioside, 2. 6'-Ovanilloyltachioside (Yang *et al.* 2007)

Baccaurea ramiflora di India selain dimakan dalam keadaan segar juga dibuat minuman dengan cara fermentasi. Penelitian Goyal *et al.* (2013) yang membandingkan kandungan flavonoid, flavonol dan aktifitas anti oksidan pada buah segar dan minuman fermentasi menunjukkan bahwa buah segar memiliki kandungan flavonoids, flavonol dan aktifitas antioksidan yang lebih tinggi dari pada *B. ramiflora* yang difermentasi

Ullah *et al.* (2012) melaporkan bahwa daun *B. ramiflora* mempunyai aktifitas hipoglikemik, hipolipidemik dan antioksidan. Hal ini menunjukkan bahwa daun *B. ramiflora* dapat digunakan untuk pengobatan penyakit *diabetes mellitus*. Mekanisme hipoglikemik dan hipolipidemik dari daun *B. ramiflora* belum diketahui. Namun hal ini diduga berkaitan dengan aktifitas antioksidan, adanya flavonoid, tanin, terpen dan steroid.

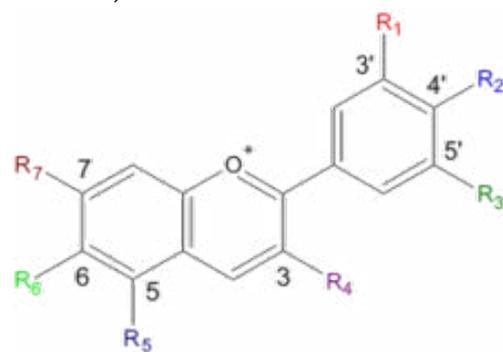
Baccaurea lanceolata atau dikenal dengan nama langsung hutan, jenis ini dapat ditemukan di Thailand, Semenanjung Malaysia, Sumatra, Borneo (Serawak, Brunei, Sabah, Kalimantan Selatan-Timur) dan Phillipina (Lim 2012). Dalam pengobatan tradisional tumbuhan ini digunakan untuk mengobati sakit perut, mengatasi pembekakan dan mengobati mabuk karena alkohol (Lim 2012). Voon dan Kueh (1999) melaporkan kandungan buah *B. Lanceolata* terdiri dari air 92.4%, energi 18 kcal, protein 0.2%, fat 0.2%, karbohidrat 3.7%, kadar abu 0.8%, P 6 mg, K 126 mg, Ca 35 mg, Mg 11 mg, Fe 0.3 mg, Mn 2 ppm, Cu 1.5 ppm, Zn 6.3 pm, dan vitamin C 0.6 mg. Buah *B. Lanceolata* juga mengandung fenol, flavonoid, antosianin, dan karotenoid (Bakar *et al.* 2014).

Kandungan fitokimia *B. lanceolata* terdapat pada pericarp dan daging buah, dengan kandungan tertinggi terdapat pada daging buahnya. Uji aktifitas antioksidan dengan tiga metode (DPPH, ABTS, dan FRAP) pada bagian pericarp, daging buah dan biji menunjukkan aktifitas antioksidan yang tinggi, dengan aktifitas tertinggi terdapat pada bagian daging buah (Bakar *et al.* 2014).

Baccaurea macrocarpa atau dikenal dengan nama jantikan, kapul dan tampoi, dapat ditemukan Semenanjung Malaysia, Sumatra, Borneo (Serawak, Brunei, Sabah Kalimantan Tengah-Selatan dan Timur) (Lim 2012). Batang tumbuhan ini banyak digunakan sebagai bahan bangunan, buahnya dimakan segar karena rasanya yang manis (Haegens 2000). Spesies ini dilaporkan mengandung senyawa metabolit sekunder, diantaranya adalah saponin, flavonoid, alkaloid, fenol, antosianin, dan karotenoid (Tirtana *et al.* 2013; Bakar *et al.* 2014).

Antosianin merupakan senyawa turunan struktur aromatik tunggal

yang bertanggung jawab memberikan warna pada buah, sayur dan tanaman hias (Gambar 2.) (Harbone 2005). Senyawa antosianin merupakan metabolit sekunder dari kelompok flavonoid, jenis yang banyak ditemukan adalah peonidin, sianidin, malvidin, petunidin, pelargordin, dan delphinidin (Karnjanawipagul *et al.* 2010). Antosianin bersifat amfoter, yaitu mampu untuk bereaksi dengan asam maupun basa (Man 1997).



Gambar 2. Struktur Antosianin

Antosianin memiliki ikatan rangkap terkonjugasi yang panjang, sehingga mampu menyerap cahaya pada rentang cahaya tampak, hal ini yang memberikan pengaruh warna pada buah dan sayuran. Antosianin juga berperan dalam menghambat proses aterosclerosis dengan cara mengoksidasi lemak jahat dalam tubuh. Selain itu, antosianin juga mampu mencegah obesitas dan diabetes, meningkatkan kemampuan memori otak dan mencegah penyakit neurologis (Harbone 1987).

Biji buah *B. macrocarpa* juga mengandung nutrisi seperti serat 2.2%, lemak 1.1%, karbohidrat 34.6%, protein 1.5%, air 61.9% dan vitamin C 1.5% (Tirtana *et al.* 2013). *B. macrocarpa* mempunyai kandungan fitokimia tertinggi pada bagian pericarp. Uji aktifitas antioksidan dengan tiga metode (DPPH, ABTS, dan FRAP) pada bagian pericarp, daging buah dan biji menunjukkan aktifitas

antioksidan yang tinggi, dengan aktifitas tertinggi terdapat pada bagian pericarp (Bakar *et al.* 2014).

Baccaurea angulata atau dikenal dengan nama belimbing merah, belimbing darah, tampoi hutan dan asam ketiak merupakan salah satu anggota genus *Baccaurea* yang hanya terdapat di Borneo. Buah belimbing merah mengandung protein, karbohidrat, fiber, mineral dan vitamin C (Voon dan Kueh 1999). Beberapa penelitian telah mengungkapkan bahwa buah belimbing merah mengandung senyawa fenol, flavonoid, karotin dan aktifitas menghambat lipid peroksidase. Bagian buah yang paling banyak mengandung senyawa metabolit sekunder adalah bagian kulit buah (Ahmed *et al.* 2014). Norazlan Shah *et al.* (2015) juga mengungkapkan bahwa belimbing merah juga mengandung vitamin A pada keseluruhan buah dan daging buah, vitamin C pada bagian seluruh buah, kulit buah dan daging buah, dan vitamin E yang hanya terdapat pada kulit. Belimbing merah juga mengandung senyawa antosianin dan mempunyai aktifitas antioksidan yang tinggi pada kulitnya. Mikail *et al.* (2015) juga menyatakan bahwa jus belimbing merah dapat menghambat aktifitas lipid peroksidase dan menginduksi aktifitas enzim antioksidan.

Jus belimbing merah juga dapat digunakan untuk mencegah aterosklerosis, hal ini disebabkan aktifitas antioksidan belimbing merah dapat menghambat biomarker inflamasi dan mengurangi plak aterosklerosis dan stres oksidatif (Mikail *et al.* 2014). Penelitian lain yang dilakukan oleh Adam dan Bahar (2015), dengan melihat aktifitas protein MMP-13 pada sel kanker kulit manusia yang diberi perlakuan dengan ekstrak buah belimbing merah melaporkan bahwa ekstrak belimbing merah mempunyai

efek regulatif pada aktifitas protein MMP-13. Oleh karena itu, belimbing merah juga berpotensi sebagai sumber bahan alami untuk pengobatan kanker.

Ekstrak kulit buah belimbing merah juga mempunyai aktivitas antimikroba (Momand 2014). Hal ini ditunjukkan dengan efek penghambatan pada mikroba patogen yaitu *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis*, *Klebsiella pneumoniae* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Efek penghambatan tertinggi terjadi pada *Streptococcus pneumoniae*, ekstraksi yang paling kuat memberikan efek penghambatan adalah ekstrak yang menggunakan pelarut etanol.

Baccaurea motleyana atau dikenal dengan rambai, dapat ditemukan di Thailand, Semenanjung Malaysia, Sumatra, Jawa, Borneo (Serawak, Brunei, Sabah, Kalimantan Timur-Selatan-Barat) dan Moluccas (Lim 2012). *B. motleyana* telah lama digunakan sebagai obat tradisional, batang bagian dalam digunakan untuk mengobati peradangan pada mata, bagian kulit juga dipakai sebagai bahan obat pelindung (Lim 2012). Ekstrak etanol, petroleum eter dan kloroform dari kulit buah *B. motleyana* menunjukkan aktifitas antibakteri *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris* dan *Escherichia coli* (Suhaila *et al.* 1994). Buah rambai mengandung metil 2-hidroksi-3-methylbutanoate, metil 2-hidroksi-3-methylpentanoate dan metil 2-hidroksi-4-methylpentanoate (Wong *et al.* 1994). Kandungan fenol buah *B. motleyana* pada kondisi muda, dewasa, matang berturut 97.23 mg/100g, 63.90 mg/100g, dan 79.57 mg/100g (Mokhtar 2014). Penelitian terakhir yang dilakukan oleh Fitri *et al.* (2016) juga mengungkapkan bahwa buah *B. motleyana* mengandung fenol dan flavonol serta memiliki aktifitas lipid peroksidasi.

Spesies *Baccaurea racemosa* dikenal dengan nama menteng, tumbuhan ini dapat dijumpai di Thailand, Semenanjung Malaysia, Sumatra, Jawa, Pulau Lesser Sunda, Borneo, Celebes dan Muluccas. Buah *B.racemosa* mengandung protein, karbohidrat, vitamin C dan kalsium (Ca) (Rohyani 2015). Ekstrak metanol *B.racemosam* mempunyai aktifitas antioksidan sebesar $91,23 \pm 0,02$ %, yang termasuk dalam kategori tinggi (Wulansari dan Choirul 2011) dan kandungan fenol yang cukup tinggi (Sulaiman dan Ooi 2014).

Aktifitas antioksidan dalam tumbuhan dipengaruhi oleh kandungan senyawa yang terdapat dalam tumbuhan tersebut. Salah satu metabolit sekunder yang telah diketahui memiliki aktivitas antioksidan adalah flavonoid yang termasuk dalam kelompok senyawa fenolik alam (Chairulet *et al.* 2003). Selain flavonoid, senyawa polifenol juga berperan sebagai antioksidan alami (Rice-Evans *et al.* 1996).

Ekstrak dan fraksi metanol kulit batang Ceria (*Baccaurea hookeri*) mengandung alkaloid, flavanoid, polifenol dan steroid. Uji aktivitas antioksidan dari ekstrak dan fraksi menunjukkan nilai IC₅₀ ekstrak metanol sebesar 56,47 µg/ml, fraksi n-heksan sebesar 68,07 µg/ml, fraksi kloroform sebesar 82,68 µg/ml, fraksi etil asetat sebesar 59,57 µg/ml dan fraksi metanol sebesar 29,88 µg/ml (Panjaitan 2014). Sementara itu, hasil penelitian pada kulit batang *B. hookeri* mengungkapkan bahwa aktivitas antioksidan fraksi metanol hasil pemisahan dengan metode kromatografi vakum cair memiliki kemampuan menghambat radikal DPPH dengan nilai IC₅₀ sebesar 9,265 µg/mL (Maro *et al.* 2015). Fraksi metanol hasil pemisahan dengan metode kromatografi vakum cair mengandung senyawa golongan polifenol dan terpenoid. Polifenol merupakan

golongan senyawa flavonoid terutama katekin dan epikatekin yang berperan sebagai antioksidan (Osakabe *et al.* 1998).

Spesies *Baccaurea sapida* adalah salah satu anggota genus *Baccaurea* yang buahnya dapat dimakan segar dan digunakan dalam pengobatan tradisional untuk artritis dan abses (Lin *et al.* 2003). Spesies ini mempunyai kandungan fenolik, flavonoid dan flavonol (Seal 2012) sehingga memiliki aktifitas antioksidan yang tinggi (Singh 2014). Buah *B. sapida* mengandung vitamin C, akarnya berfungsi sebagai antipiretik, dan pada bagian daunnya berfungsi sebagai antinfungi (Wetwitayaklung 2012).

Baccaurea parviflora merupakan salah satu anggota genus *Baccaurea* yang juga memiliki aktifitas farmakologi. Mohmod *et al.* (2015) melaporkan bahwa buah *B. parviflora* mempunyai kandungan antitripanosoma, dan berpotensi sebagai salah satu tumbuhan yang dapat digunakan untuk sumber bahan obat tripanosoma yang disebabkan oleh protozoa parasit *Trypanosoma brucei*. Komponen fitokimia dari tumbuhan yang mempunyai aktifitas anti tripanosoma adalah alkaloid, phenolik, quinon dan terpen (Hoet *et al.* 2004).

B. polyneura juga memiliki aktifitas farmakologi, Sulaiman dan Ooi (2014) mengungkapkan bahwa *B. polyneura* memiliki kandungan fenol dan vitamin C, serta memiliki aktifitas antioksidan. Selain itu, buah *B. polyneura* juga mengandung karotenoid (Khoo *et al.* 2008). Karotenoid adalah suatu pigmen warna yang menyebabkan warna orange merah, kuning dan hijau pada buah dan sayuran (Burn *et al.* 2003; Hughes 2001). Manfaat karotenoid diantaranya adalah sebagai prekursor vitamin A, antioksidan dan meningkatkan daya tahan tubuh (Arabet *et al.* 2001; Zebet *et al.* 2004, Yan, 1998).

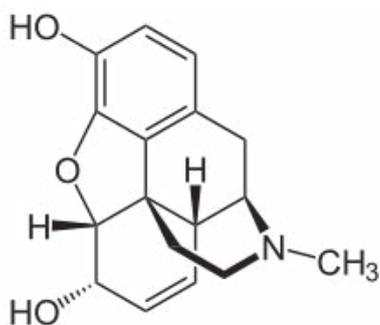
B.dulcis atau dikenal dengan nama kapul dapat ditemukan di Sumatra, Jawa, Borneo (Sabah, Kalimantan Tengah-Selatan-Timur), juga dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional yaitu sebagai obat penyakit kulit dan antiinflamasi pada mata (Lim 2012). Spesies *B.brevipes* juga digunakan dalam pengobatan tradisional, yaitu sebagai pengatur menstruasi dan memperlancar buang air kecil (Ali 2010). Namun demikian, belum ada informasi ilmiah yang mengungkapkan kandungan farmakologi dari kedua spesies tersebut.

Senyawa Metabolit Sekunder Utama dalam Genus *Baccaurea* spp.

Senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam genus *Baccaurea* dapat dikelompokkan menjadi 3 golongan, yaitu alkaloid, flavonoid dan fenolik.

Alkaloid

Alkaloid adalah golongan senyawa organik yang paling banyak terdapat di alam dan tersebar di hampir semua jenis tumbuhan. Senyawa alkaloid mengandung nitrogen dan bersifat basa serta memiliki aktifitas farmakologis (Lumbanraja 2009). Contoh struktur salah satu jenis senyawa alkaloid disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Contoh struktur senyawa alkaloid (morfin)

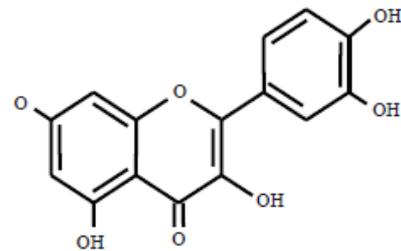
Senyawa alkaloid berfungsi sebagai racun untuk melindungi tumbuhan dari herbivora (hama dan penyakit), dan

sebagai basa mineral untuk menjaga keseimbangan ion. Senyawa alkaloid banyak digunakan dalam pengobatan, hal ini disebabkan karena senyawa alkaloid dapat berfungsi sebagai antioksidan (Harborne dan Baxter 1999), memacu sistem saraf, menaikkan atau menurunkan tekanan darah dan melawan infeksi mikrobial (Solomon 1980; Carey 2006). Alkaloid merupakan senyawa dengan jumlah paling besar, sehingga dapat digolongkan dengan beberapa cara, yaitu berdasarkan jenis cincin heterosiklik nitrogen, berdasarkan jenis tumbuhan asal alkaloid, dan berdasarkan asal-usul biogenetik. Senyawa alkaloid tidak mempunyai tatanama sistematis, sehingga suatu alkaloid diberi nama dengan nama trivial, misalnya morfin, kuinin dan strikhnin.

Flavonoid

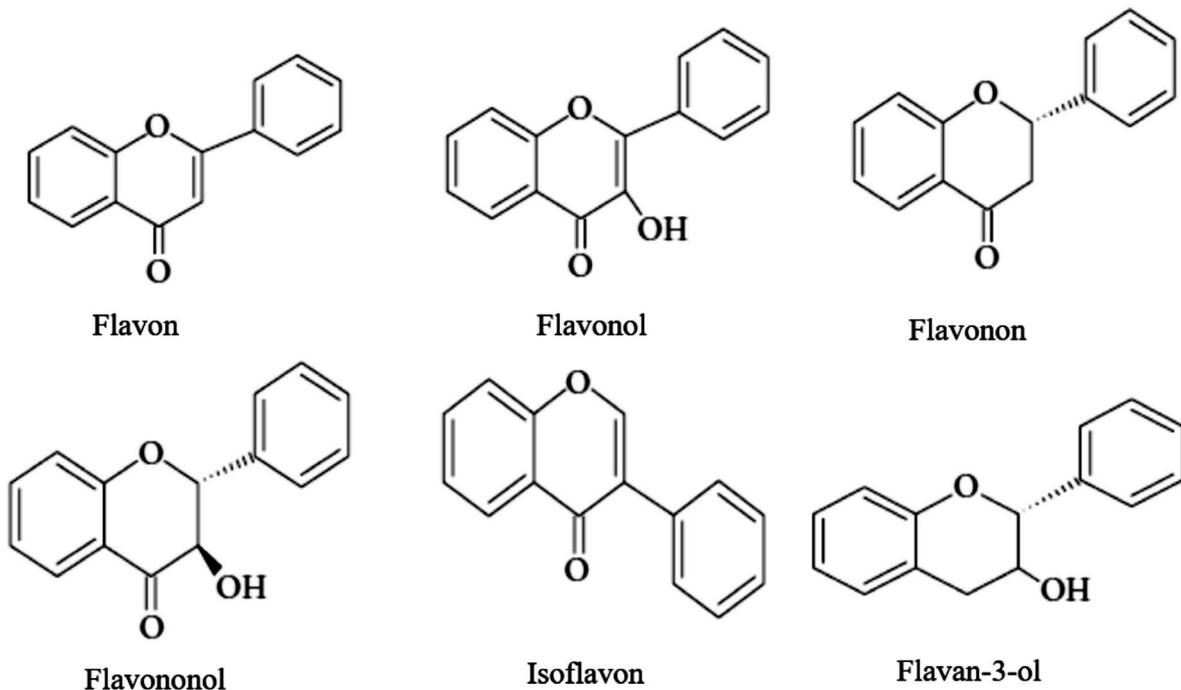
Flavonoid merupakan kelompok senyawa metabolit sekunder yang paling banyak ditemukan dalam jaringan tumbuhan, dalam bentuk struktur dan fungsi yang berbeda (Macheix *et al.* 1990). Senyawa flavonoid dalam tumbuhan terbentuk melalui jalur sikimat dan phenilpropanoid (Harbone 1989). Senyawa flavonoid juga merupakan kelompok senyawa phenolik dengan rumus kimia $C_6-C_3-C_6$. Kerangka flavonoid terdiri atas satu cincin aromatik A, satu cincin aromatik B, dan satu cincin heterosiklik yang mengandung oksigen (Gambar 4), bentuk teroksidasi cincin ini dijadikan dasar pembagian flavonoid ke dalam sub-sub kelompoknya. Terdapat beberapa kelompok senyawa flavonoid, diantaranya adalah flavone, flavonone, isoflavone, flavanol, flavanon, anthocyanin, and chalcone (Porter 1994; Ferreira dan Bekker 1996; Ferreira *et al.* 1999a,b). Sejauh ini telah teridentifikasi kurang lebih 6467

komponen flavonoids, dan jumlah ini akan terus meningkat seiring ditemukannya jenis-jenis komponen flavonoid yang baru (Harborne dan Baxter 1999). Komponen-komponen tersebut mempunyai peran penting dalam menentukan warna, bau, rasa dan kualitas nutrisi makanan (Macheix *et al.* 1990). Senyawa flavonoid secara umum dalam bentuk monomer, namun ada juga yang berbetuk dimer, trimer, tetramer dan polimer (Perruchon 2004).



Gambar 4. Struktur dasar flavonoid

Kelompok senyawa flavonoid berdasarkan strukturnya yaitu: Flavon, Flavonol, Flavanon, Flavononol, Isoflavon, dan Flavan-3-ol (Kumar dan Pandey 2013)(Gambar 5).



Gambar 5. Kelompok flavonoid berdasarkan strukturnya

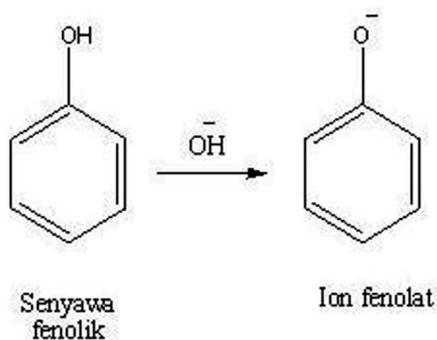
Beberapa penelitian menunjukkan bahwa komponen nutrisi tumbuhan yang mempunyai peran sebagai agen protektif terhadap penyakit tertentu, mempunyai sifat antioksidatif (Deshpande *et al.*, 1985). Senyawa flavonoid dapat berperan sebagai antioksidan dengan cara mendonasikan atom hidrogennya atau melalui kemampuannya mengkelat logam, berada dalam bentuk glukosida (mengandung rantai samping glukosa)

atau dalam bentuk bebas yang disebut aglikon (Cuppett *et al.* 1954).

Senyawa flavonoid seperti quercetin, kaempferol, myricetin, apigenin, luteolin, vitexin dan isovitexin memiliki aktifitas antioksidan, antiinflamasi, antialergi, antivirus dan juga antikanker. Selain itu, kelompok flavonoid tersebut dapat melindungi dari kerusakan hati dan katarak (Tapas *et al.* 2008).

Fenolik

Senyawa fenolik merupakan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan dengan cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksi (OH) dan gugus-gugus lainnya (Gambar 6). Senyawa fenol disintesis melalui jalur sikimat dan fenilpropanoid (Dixon dan Paiva 1995). Berdasarkan jumlah sub unit fenol, senyawa fenolik dibagi dua yaitu fenol sederhana dan polifenol. Kelompok fenol sederhana juga disebut dengan asam fenolik atau fenol dengan gugus karboksil yang mempunyai fungsi spesifik, sedangkan polifenol adalah kelompok yang memiliki cincin fenol lebih dari dua (Harbone 1985).



Gambar 6. Struktur senyawa fenolik

Senyawa fenolik mempunyai fungsi biokimia yang luas diantaranya sebagai antioksidan, antimutagenik, dan antikarsinogenik, selain itu juga berperan dan mempengaruhi ekspresi gen (Nakamura *et al.* 2003). Kemampuan senyawa fenolik sebagai antioksidan disebabkan kemampuannya dalam mengkelat logam. Senyawa fenolik memiliki kelompok hidroksil dan karboksil, mampu mengikat logam terutama besi dan tembaga (Jung *et al.* 2003). Kemampuan senyawa tersebut dalam mengkelat logam kemungkinan terkait dengan kemampuan nukleofilik yang tinggi dari cincin aromatik (Morgan *et al.* 1997)

Penelitian ke depan

Indonesia adalah negara tropis dengan keanekaragaman tumbuhan yang tinggi. Beberapa tumbuhan yang ada telah dimanfaatkan sebagai sumber pangan dan obat-obatan. Namun demikian, banyak potensi tumbuhan obat yang belum diungkapkan secara ilmiah. Genus *Baccaurea* merupakan kelompok tumbuhan buah-buahan yang mempunyai potensi sebagai tumbuhan obat, karena beberapa anggotanya mengandung senyawa metabolit sekunder dan telah digunakan dalam pengobatan tradisional.

Beberapa anggota genus *Baccaurea* selama ini dianggap buah yang kurang memiliki nilai ekonomi, namun beberapa penelitian terkait aktifitas fitokimia menunjukkan bahwa genus *Baccaurea* memiliki potensi sebagai sumber tumbuhan obat yang potensial. Namun demikian, konversi hutan dan berkurangnya luasan hutan yang selama ini terjadi, telah menyebabkan jumlah spesies *Baccaurea* telah berkurang dan bahkan tidak ditemukan lagi. *B. annamensis* adalah salah satu spesies yang tidak ditemukan lagi, spesies tersebut ditemukan terakhir pada tahun 1921 (Haegens 2000).

Penelitian terkait dengan inventarisasi, koleksi, karakterisasi dan evaluasi tanaman yang sudah ada sangat diperlukan untuk mencegah erosi genetik (Suryani dan Nurmansyah 2009). Selain itu, penelitian tentang komponen fitokimia dari genus *Baccaurea* perlu dilakukan untuk mengungkapkan manfaatnya sebagai tumbuhan obat, sebagai salah satu upaya konservasi plasma nutfah.

Kesimpulan

Genus *Baccaurea* telah digunakan masyarakat sebagai tumbuhan obat untuk mengobati sembelit, pembengkakan

pada mata, radang sendi, abses, sakit perut, memperlancar haid serta buang air kecil. Kandungan metabolit sekunder yang terdapat pada beberapa anggota genus *Baccaurea* adalah alkaloid, flavonoid, karotenoid, antosianin, tanin, asam rosmarinik dan fenolik. Kandungan metabolit sekunder tersebut berpotensi sebagai antioksidan, antikanker, antiinflamasi, antimikroba, antidiabetes dan antitripanosoma. Meskipun memiliki potensi yang besar sebagai tumbuhan namun adanya konversi lahan dan berkurangnya luasan hutan yang terjadi dengan cepat, sangat mengancam kelestarian genus *Baccaurea*. Oleh karena itu, penelitian dan kegiatan lebih lanjut terkait inventarisasi, konservasi, karakterisasi dan isolasi kandungan fitokimia *Baccaurea* perlu untuk dilakukan.

Daftar Pustaka

- Airy Shaw, H.K. 1980. The Euphorbiaceae of New Guinea. *Kew Bull. Add. Ser.* 8: 34-37.
- Airy Shaw, H.K. 1981. The Euphorbiaceae of Sumatra. *Kew Bull.* 36: 258-267.
- Adam M, Bahar MS. 2015. Expression of Matrix Metalloproteinase-13 in Human Skin Melanoma Cancer Treated by *Baccaurea angulata* in vitro. *Journal of Basic and Applied Research* 1 (1): 21-28
- Ahmed IA, Mikail MA, Ibrahim M, Hazali N, Rasad MSBA, Gani RA, Wahab RA, Arief SJ, Yahya MNA. 2014. Antioxidant activity and phenolic profile of various morphological parts of underutilized *Baccaurea angulata* fruit. *Food Chemistry*.
- Ali M. 2010. Medicinal Plant Diversity and Vegetation Analysis of Logged over Hill Forest of Tekai Tembeling Forest Reserve, Jerantut, Pahang. *Journal of Agricultural Science*. 2 (3)
- Amin R, Nabi MN. 2015. Evaluation of cytotoxic and antioxidant activity of different fractions of methanolic extract of *Baccaurea ramiflora* (Lour.) fruits. *International Current Pharmaceutical Journal*. 4(6): 386-389
- Arab L, Steck-Scott S, Bowen P. 2001. Participation of Lycopene and Beta-carotene in Carcinogenesis: Defenders, Aggressors, or Passive Bystanders?. *Epidemiologic Reviews*. 23(2) :221-229
- Bakar MFA, Ahmad NE, Karim FA, Saib S. 2014. Phytochemicals and Antioxidative Properties of Borneo Indigenous Liposu (*Baccaurea lanceolata*) and Tampoi (*Baccaurea macrocarpa*) Fruits. *Antioxidants* 3: 516-525
- Basso LA, Silva LH, Neto AG, Azevedo Jr WF, de Moreira IS, Palma MS, Calixto JB, Astolfi-Filho S, dos Santos RR, Soares MB, Santos DS. 2005. The use of biodiversity as source of new chemical entities against defined molecular targets for treatment of malaria, tuberculosis, and T-cell mediated diseases; A Review. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 100: 475-506.
- Backer CA, & Bakhuizen van den Brink RC. 1963. Euphorbiaceae. *Flora of Java* 1: 453-455.
- Burns J, Fraser PD, Bramley PM. 2003. Identification and quantification of carotenoids, tocopherols and chlorophylls in commonly consumed fruits and vegetables. *Phytochem* 62:939-947 doi:10.1016/S0031-9422(02)00710-02.
- Carey, Francis A., 2006. *Organic Chemistry*, 6th ed., New York: McGraw Hill, 954.

- Cuppett, S., M. Schrepf and C. Hall III. (1954). *Natural Antioxidant – Are They Reality*. Dalam Foreidoon Shahidi: *Natural Antioxidants, Chemistry, Health Effect and Applications*, AOCS Press, Champaign, Illinois: 12-24
- Chairul SM, Sumarny M, Chairul. 2003. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Daun Tempuyung (*Sonchus oervensis* L.) secara *invitro*. *Majalah Farmasi Indonesia* 14(4): 208-215.
- Deshpande SS, Deshpande US, and Salunkhe DK. 1985. *Nutritional and Health Aspects of Food Antioxidants* dalam D.L. Madhavi: *Food Antioxidant, Technological, Toxicological and Health Perspectives*. Marcel Dekker Inc. Hongkong :361-365
- Dixon R, Paiva N.L. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *Plant Cell* 7.
- Ferreira D, Bekker R. 1996. Oligomeric proanthocyanidins: naturally occurring O-heterocycles. *Nat Prod Rep* 13: 411-433
- Ferreira D, Nel RJ, Bekker R. 1999a. In: Barton DHR, Nakanishi K, Meth-Cohn O, Pinto BM (eds) *Comprehensive natural products chemistry*. Elsevier, New York
- Ferreira DE, Brandt V, Coetzee J, Malan E. 1999b. Condensed tannins. In: Zechmeister L, Herz W, Falk H, Kirby GW, Moore RE (eds) *The chemistry of organic natural products*. Springer.
- Fernando, E.S. 1979. *Baccaurea* (Euphorbiaceae) in the Philippines. *Kalikasan. Philipp. J. Biol.* 8:301-312.
- Fitri A, Andriani M, Sudarman A, Toharmat T, Yonekura L, Tamura H, Ramli N. 2016. Screening Of Antioxidant Activities And Their Bioavailability Of Tropical Fruit Byproducts From Indonesia. *Int J Pharm Pharm Sci.* 8(6): 96-100
- Goyal, A. K., Mishra, T. and Sen, A. (2013). Antioxidant profiling of Latkan (*Baccaurea ramiflora* Lour.) wine. *Indian Journal of Biotechnology*, 12: 137-139.
- Hayashi K, Hayashi T, Otsuka H (et al.) 1997. Antiviral activity of 5,6,7-trimethoxyflavone and its potential of the antiherpes activity of acyclovir. *J Antimicrob Chemother* 39: 821-824
- Haegens, R. 2000. Taxonomy, phylogeny, and biogeography of *Baccaurea*, *Distichirhops*, and *Nothobaccaurea* (Euphorbiaceae). *Journal of Plant Taxonomy and Plant Geography*, Supplement 12.
- Harborne JB. 1985. Plant phenolics. In: Bella EA, Charlwood BV (eds) *Encyclopedia of plant physiology*. Springer, Berlin
- Harborne JB. 1987. *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Bandung: ITB
- Harborne JB, Baxter H. 1999. *Handbook of natural flavonoids*. John Wiley and Sons, Chichester
- Harborne JB. 2005. *Encyclopedia of Food and Color Additives*. CRC Press, Inc. New York.
- Harvey A. 2000. Strategies for discovering drugs from previously unexplored natural products. *Drug Discov Today* 5 (7): 294-300

- Hoet S, Opperdoes F, Brun R, Quetin LJ. 2004. Natural products active against African trypanosomes: a step towards new drugs. *Nat. Prod. Rep.* 21:353-364.
- Hughes DA (2001) Dietary carotenoids and human immunefunction. *Nutr* 17:823–827 doi:10.1016/S0899-9007(01)00638-4
- Jung CH, Maeder V, Funk F, Frey B, Sticher H, Frosserd E. 2003. Release of phenols from *Lupinus albus* L. roots exposed to Cu and their possible role in Cu detoxification. *Plant Soil* 252 – 301.
- Karnjanawipagul P, Nittayanuntawech W, Rojsanga P, Suntornsuk L. 2010. Analysis of β -Carotene in Carrot by Spectrophotometry. *Journal of Pharmaceutical Science* 37 (1-2): 8 – 16.
- Kumar S, Pandey AK. 2013. Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. *The ScientificWorld Journal*. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/162750>.
- Khoo HE, Ismail A, Esa NM, Idris S. 2008. Carotenoid Content of Underutilized Tropical Fruits. *Plant Foods Hum Nutr.* 63:170–175. DOI 10.1007/s11130-008-0090-z
- Lenny S. 2006. Senyawa Flavonoida, Fenilpropanoida, dan Alkaloida. Jurusan Kimia FMIPA USU. Medan
- Loureiro, J. *Polygamia Dioecia*. 1790. Genus XIX. *Baccaurea*. Fl. Cochinch.: 661-662.
- Lim TK. 2012. *Edible Medicine and Non-Medicine Plants: Volume 4*. London New York. Springer.
- Lin YF, Yi Z, Zhao YH. 2003. *Chinese dai medicine colourful illustrations*. Yunnan National Publishing House. Kunming. pp 158–160
- Liu, Z., S.B. Carpenter, W.J. Bourgeois, Y. Yu, R.J. Constantin, M.J. Falcon, and J.C. Adam. 1998. Variation in the secondary metabolite camptothecin in relation to tissue age and season in *Camptotheca acuminata*. *Tree Physiology* 18: 265-270.
- Lumbanraja LB. 2009. Skrining Fitokimia dan uji efek Antiinflamasi ekstrak etanol daun empuyang (*Sonchus arvensis* L.) terhadap radang pada tikus. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Man JM. 1997. Kimia Makanan. ITB. Bandung.
- Macheix JJ, Fleuriet A, Billot J. 1990. Fruit Phenolics. CRC Press, Boca Raton, FL
- Mohmod AL, Krishnasamy G, Adenan MI. 2015. Review: Malaysian plants with potential *in vitro* trypanocidal activity. *Annals of Phytomedicine* 4(1): 6-16
- Maro JP, Alimuddin AH, Harlia. 2015. Aktivitas Antioksidan Hasil Kromatografi Vakum Cair Fraksi Metanol Kulit Batang Ceria (*Baccaurea hookeri*). *JKK*.4(4): 35-40
- Mikail MA. et al .2015. *Baccaurea angulata* fruit inhibits lipid peroxidation and induce the increase in antioxidant enzyme activities. *Eur J Nutr.* DOI 10.1007/s00394-015-0961-7
- Mokhtar SI, Leong PC, Ven LE, Aziz NAA. 2014. Total Phenolic Contents, Antioxidant Activities and Organic Acids Composition of Three Selected Fruit Extracts at Different Maturity Stages. *J. Trop. Resour. Sustain. Sci.* 2: 40-46

- Morgan JF, Klucas RV, Grayer RJ, Abian J, Becana M. 1997. Complexes of iron with phenolic compounds from soybean nodules and other legume tissues: prooxidant and antioxidant properties. *Free Radic. Biol. Med.* 22, 861.
- Momand L, Zakaria R, Mikail M, Jalal T, Ibrahim M, Wahab RA. 2014. Antimicrobial effect of *Baccaurea angulata* fruit extracts against human pathogenic microorganisms. *Merit Research Journal of Medicine and Medical Sciences* 2(10): 229-237.
- Muller Argoviensis, J. 1866. Euphorbiaceae. In: A. de Candolle (ed.), *Prodromus systematis naturalis regi vegetabilis* 15, 2: 456-466.
- Nakamura Y, Watanabe S, Miyake N, Kohme H, Osawa T. 2003. *Agric food chem.* 51: 3309-3312
- Norazlan Shah, Afiq M, Muhammad, Masri M. 2015. Determination of phytochemicals and vitamin content of underutilized *Baccaurea angulata* fruit. *J Pharmacognosy and Phytochemistry* 4(4): 192-196
- Osakabe N, Sanbongi C, Natsume M, Takazawa T, Gomi S, Osawa T, 1998. Antioxidative Polyphenols Isolated From, *Theobroma cacao*. *J Agric Food Chem.* 46:454-457.
- Panjaitan, M.P., 2014, Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Metanol Kulit Batang Ceria (*Baccaurea hookeri*), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak, (Skripsi).
- Perruchon S. 2004. Synthese und struktur-aktivitäts-beziehungen von flavonoiden. [Dissertation]. Technischen Universität Darmstadt, Darmstadt
- Porter LJ. 1994. Flavans and proanthocyanidins. In: Harborne, JB (ed). *The flavonoids, advances in research since 1986*. Chapman and Hall, New York
- Rice-Evans C, Miller N, Paganga G. 1996. Structure-Antioxidant Activity Relationships of Flavonoids and Phenolic Acids. *Free Radical Biology & Medicine.* 20(7): 933-956.
- Rijksen, H.D. 1978. A field study on Sumatran Orang Utans (*Pongo pygmaeus abelii* Lesson 1827) ecology, behaviour and conservation. *Communications Agricultural University Wageningen* 78, 2.
- Rohyani IS, Aryanti E, Surtiyo. 2015. Potensi Nilai Gizi Tumbuhan Pangan Lokal Pulau Lombok Sebagai Basis Penguatan Ketahanan Pangan Nasional. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon.* 1 (7) : 1698-1701. ISSN: 2407-8050
- Salma, I. 1998. *Baccaurea Lour.* In: M.S.M. Sosef, L.T. Hong & S. Prawirohatmodjo (eds.), *Timber trees: lesser known timbers.* PROSEA 5, 3: 95-98.
- Seal T, Chaudhuri K, Pillai B. 2012. **Antioxidant Activity Of Some Selected Wild Edible Fruits of North-Eastern Region In India And Effect Of Solvent Extraction System.** *Global J. Environ. Res.* 6 (3): 84-90
- Secco et al. 2012. An overview of recent taxonomic studies on Euphorbiaceae *s.l.* in Brazil. *Rodriguésia* 63(1): 227-242
- Singh KK, Singh M, Joshi SC. 2014. Phenolic content and Antioxidant Activity of some Underutilized Wild Edible Fruits of the Sikkim Himalaya. *SMU Medical Journal.* 2(1).

- Solomon T.E.W., 1980. Organic Chemistry, *John Willey and Sons*, 2th Ed New York.
- Sofowora A. 1982. Medicinal plants and traditional medicine in Africa. Spectrum Books Ltd. Ibadan, Nigeria
- Suhaila M, Zahariah H, Norhashimah AH. 1994. Antimicrobial activity of some tropical fruit wastes (Guava, starfruit, banana, papaya, passionfruit, langsung, duku, rambutan and rambai). *J. Trop. Agric. Sci.*, 17(3): 219–227.
- Sulaiman SF, Ooi KL. 2014. Antioxidant and α -Glucosidase Inhibitory Activities of 40 Tropical Juices from Malaysia and Identification of Phenolics from the Bioactive Fruit Juices of *Barringtonia racemosa* and *Phyllanthus acidus*. *J. Agric. Food Chem.* doi 10.1021
- Smith PM. 1976. The chemotaxonomy of plants. Edward Arnold, London.
- Smith, A.C. 1978. Precursor to the flora of Fiji. *Allertonia I.* 6: 377-389.
- Suryani E, Nurmansyah. 2009. Inventarisasi dan karakterisasi tanaman kayu manis seilon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) di Kebun Percobaan Laing Solok. *Buletin Penelitian Rempah dan Obat* 20 (2): 100.
- Stepp, J.R. and D.E. Moerman. 2001. The importance of weeds in ethno-pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology* 75: 19-23.
- Tapas AR, Sakarkar DM, Kakde RB. 2008. Flavonoids as Nutraceuticals: A Review. *Trop J Pharm Res.* 7 (3): 1089-1099
- Tirtana E, Nora, Warsidah, Afghani J. 2013. Analisa proksimat, uji fitokimia dan aktivitas antioksidan pada buah tampoi (*Baccaurea macrocarpa*). *Jurnal Kimia Khatulistiwa* 2 (1): 42-45.
- Uji, T. 1991. *Baccaurea Lour.* In: E.W.M. Verheij & R.E. Coronel, Edible fruits and nuts. Bogor. PROSEA 2: 98-100, 319-320.
- Ullah MO, Urmi KF, Howlader MDA, Hossain MDK, Ahmed MT, Hamid K. 2012. Hypoglycemic, Hypolipidemic And Antioxidant Effects Of Leaves Methanolic Extract Of *Baccaurea Ramiflora*. *Int J Pharm Pharm Sci.* 4 (3): 266-269.
- Usha T, Middha SK, Bhattacharya M, Lokesh P, Goyal AK. 2014. Rosmarinic Acid, a New Polyphenol from *Baccaurea ramiflora* Lour. Leaf: A Probable Compound for Its Anti-Inflammatory Activity. *Antioxidants* 3: 830-842
- Van Valkenburg, J.L.C.H. 1997. Non-Timber forest products of East Kalimantan. Potentials for sustainable forest use. Tropenbos Series 16.
- Voon, B.H.; Kueh, H.S. 1999. The nutritional value of indigenous fruits and vegetables in Sarawak. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, 8, 24–31.
- Wong KC, Wong SW, Siew SS, Tie DY (1994) Volatile constituents of the fruits of *Lansium domesticum* (duku and langsung) and *Baccaurea motleyana* (Muell. Arg.) Muell. Arg. (rambai). *Flav Fragr J* 9(6):319–324

- Wetwitayaklung P, Charoenteeraboon J, Limmatvapirat C, Phaechamud T. 2012. Antioxidant Activities of Some Thai and Exotic Fruits Cultivated in Thailand. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 3(1): 12
- Wulansari D, Chairul. 2011. Penapisan aktivitas antioksidan dan beberapa tumbuhan Obat indonesia menggunakan radikal 2,2-diphenyl-1 Picrylhydrazyl (dpph). *Majalah Obat Tradisional*, 16(1): 22 – 25,
- Whitmore, T.C. 1973. *Baccaurea*. Tree Fl. Malaya 2: 63-67. Zietkiewicz E, Rafalski A, Yan X, Chuda Y, Suzuki M, Nagata T. 1999. Fucoxanthin as The Major Antioxidant in *Hijikia fusiformis*, a Common Edible Seaweed. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 63:605-607.
- Yang, X.W.; Wang, J.S.; Ma, Y.L.; Xiao, H.T.; Zuo, Y.Q.; Lin, H.; He, H.P.; Li, L.; Hao, X.J. 2007. Bioactive Phenols from the Leaves of *Baccaurea ramiflora*. *Planta Med.* 73:1415–1417.
- Zeb, Alam, Mehmood, Sultan, 2004. Caotenoid Contents from Various Sources and Their Potential Helth Applications. *Pakistan Journal of Nutrition*. 3 (3): 199-204.

KONSUMSI OKSIGEN IKAN PELAGIS DI MUARA SEGARA ANAK, TAMAN NASIONAL ALAS PURWO

Oxygen Consumption of Pelagic Fish In Muara Segara Anak, Alas Purwo National Park

Desak Made Malini, Reni Muliani

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang Km.21 Jatinangor,
Sumedang 45363, Bandung, Indonesia

Email: desak_malini@yahoo.com

Abstract

Alas Purwo National Park (TNAP) is one of the protected area defined as the area to conserve biodiversity and ecosystems. To achieve these objectives we need to hold monitoring of the condition of the region, ie by observing the aquatic biota such as pelagic fish that their habitat in the river Segara Anak. The survival of the fish is determined by the environmental conditions and the fish's ability to use oxygen from the environment. The purpose of this study was to determine the amount of oxygen consumption pelagic fish that live in the estuary Segara Anak TNAP. The method used is observation. Parameters measured were O₂ consumption, physical and chemical conditions of the habitat of fish. The results showed there are 4 types of pelagic fish with each of O₂ consumption as follows Scatophagus argus (0.15 mg/l/h), Toxotes jaculatrix (0.052 mg/l/h), Nectamia fusca (0.052 mg/l/h) and Ambassis macracanthus (0.095 mg/l/h). The highest rate of oxygen consumption indicated by S. argus. The measurement results of physical and chemical parameters were as follows: temperature of 28° C, salinity of 33.3%; pH 8; and the dissolved oxygen 5 mg/l, while the air temperature 30,67°C. The level of oxygen consumption of fish depends on the type of species, size, and physical condition of the water.

Keywords: oxygen consumption, pelagic fish.

Abstrak

Taman Nasional Alas Purwo (TNAP) merupakan salah satu protected area yang ditetapkan sebagai kawasan untuk melestarikan keanekaragaman hayati dan ekosistem. Untuk mencapai tujuan tersebut maka perlu diadakan monitoring tentang kondisi dari kawasan tersebut, yaitu dengan cara mengamati biota perairan seperti ikan pelagis yang habitatnya di sungai Segara Anak. Kelangsungan hidup ikan ditentukan oleh kondisi lingkungan dan kemampuan ikan untuk menggunakan oksigen dari lingkungannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah konsumsi oksigen ikan pelagis yang hidup di muara Segara Anak TNAP. Metode yang digunakan adalah observasi. Parameter yang diukur adalah konsumsi O₂, kondisi fisik dan kimia dari habitat ikan. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 4 jenis ikan pelagis dengan masing-masing konsumsi O₂ sebagai berikut *Scatophagus argus* (0,15 mg/l/h), *Toxotes jaculatrix* (0,052 mg/l/h), *Nectamia fusca* (0,052mg/l/h) dan *Ambassis macracanthus* (0,095 mg/l/h). Tingkat konsumsi oksigen tertinggi ditunjukkan oleh *S. argus*. Hasil pengukuran parameter fisik dan kimia air adalah sebagai berikut: suhu 28°C, salinitas 33,3%; pH 8; dan oksigen terlarut 5 mg/l, sedangkan suhu udara 30,67°C. Tingkat konsumsi oksigen ikan tergantung pada jenis spesies, ukuran, dan kondisi fisik air.

Kata kunci: konsumsi oksigen, ikan pelagis.

PENDAHULUAN

Taman Nasional (TN) Alas Purwo, terletak di Kecamatan Tegaldlimo dan Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia. Secara geografis terletak di ujung timur Pulau Jawa wilayah pantai selatan antara $8^{\circ}26'45''$ – $8^{\circ}47'00''$ LS dan $114^{\circ}20'16''$ – $114^{\circ}36'00''$ BT, dengan luas 43.420 ha.

Taman Nasional Alas Purwo merupakan kawasan konservasi yang mempunyai tiga fungsi utama yaitu: sebagai perlindungan terhadap proses ekologi, sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman satwa dan tumbuhan beserta ekosistemnya; pemanfaatan secara lestari sumberdaya alam hayati dan ekosistemnya. Pada kawasan hutan TN Alas Purwo terdapat berbagai macam tipe ekosistem yang keragaman hayatinya masih terjaga, yaitu hutan pantai, hutan hujan dataran rendah, hutan mangrove, hutan bambu, savana dan hutan tanaman. Mata air terdapat di daerah Gunung Kuncur, Gunung Kunci, Goa Basori, dan Sendang Srengenge. Terdapat sekitar 70 sungai kecil dengan panjang kurang dari 5 km dan aliran airnya langsung mengarah ke laut Samudera Hindia dan Laut Bali. Sungai yang mengalir sepanjang tahunnya hanya terdapat di bagian barat Taman Nasional Alas Purwo yaitu sungai Segara Anak dan Sunglon Ombo (Sulastini, 2011). Dengan berbagai tipe ekosistem yang dimilikinya, kawasan Taman Nasional Alas Purwo memiliki keragaman flora dan fauna yang tinggi (Sulistyo, 2011). Flora dan fauna (burung, mamalia, primata, reptilia, amphibia) dapat hidup secara alami dan merata di dalam kawasan ini.

Pengelola wisata alam Taman Nasional yang berdiri pada tahun 1992 berusaha untuk melestarikan keanekaragaman hayati beserta ekosistem yang ada di

kawasan tersebut, sesuai dengan Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati beserta Ekosistemnya. Untuk mencapai tujuan tersebut maka perlu dilakukan *monitoring* tentang kondisi dari kawasan Taman Nasional Alas Purwo. Salah satu caranya adalah dengan melakukan penelitian mengenai kondisi habitat dari biota air yaitu ikan yang hidup di perairan sekitar kawasan Taman Nasional Alas Purwo.

Jumlah dari keseluruhan vertebrata yang telah teridentifikasi di kawasan tersebut adalah kurang lebih 50.000 jenis hewan, dan ikan merupakan kelompok hewan terbanyak serta memiliki spesies yang terbesar yaitu sekitar 25.988 spesies dan termasuk kedalam 483 famili dan 57 ordo (Saputra, 2009). Taman Nasional Alas Purwo memiliki beberapa daerah perairan yang merupakan habitat bagi ikan, salah satunya adalah sungai Segara Anak. Sungai ini berada di kawasan hutan mangrove dan termasuk ke dalam kawasan Ekowisata Mangrove, Blok Bedul, dengan panjang kurang lebih 15 kilometer. Odum (1971) menyatakan bahwa ekosistem mangrove dikenal sebagai daerah asuhan (*nursery*) dan *feeding ground*. Nekton yang hidup disana sebagian besar berada pada tingkatan *juvenile*. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi biologi kawasan mangrove sebagai kawasan pemijah (*spawning ground*) atau asuhan (*nursery ground*) bagi udang, ikan, kepiting, kerang dan sebagainya yang setelah dewasa akan kembali ke lepas pantai.

Hasil penelitian Viqi (2012) di kawasan Mangrove Blok Bedul, Taman Nasional Alas Purwo, melaporkan bahwa di kawasan tersebut terdapat 13 jenis spesies ikan yaitu; *Ephinephelus coioides*, *Diplogrammus goramensis*, *Acentrogobius caninus*, *Pomadasys argenteus*,

Toxotes jaculatrix, *Apogon sangiensis*, *Zenarchopterus* sp, *Plectorhinchus gibbosus*, *Lutjanus fulvoiflamma*, *Caranx sexfasciatus*, *Monodactylus argenteus*, *Sillago sihama* dan *Terapon theraps*. Kelangsungan hidup ikan sangat ditentukan oleh kemampuan ikan dalam menggunakan oksigen dari lingkungannya. Berkurangnya oksigen terlarut dalam perairan, akan memengaruhi fisiologi respirasi ikan, dan hanya ikan yang memiliki sistem respirasi yang sesuai dan mampu beradaptasi dengan lingkungan yang dapat bertahan hidup (Fujaya, 2004). Penelitian mengenai fisiologis ikan yang hidup di kawasan Taman Nasional Alas Purwo khususnya di sungai Segara Anak belum banyak dilakukan, Oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai konsumsi oksigen oleh beberapa jenis ikan pelagis yang hidup di muara sungai Segara Anak, Taman Nasional Alas Purwo. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang kondisi dari perairan tersebut dan dapat digunakan sebagai *monitoring* terhadap kondisi dari kawasan Taman Nasional Alas Purwo sehingga dapat diambil tindakan lebih lanjut dalam menjaga kawasan hutan tersebut.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Metode

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah beaker glass, bejana tertutup, buret, botol winkler, corong, erlenmeyer, gelas ukur, plastik sampel, SCT (*Salinity Conductivity Temperatur*), selang, pipet tetes, termometer, statif beserta klem, timbangan, waskom. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah air dari lokasi pengambilan sampel, ikan pelagis, larutan $MnSO_4$ 50%, O_2 reagen, thiosulfat 0,01N, H_2SO_4 pekat, amilum 1%, dan aquades.

Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2015. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi untuk menentukan daerah pengambilan sampel ikan dari sungai Segara Anak, Blok Bedul, Taman Nasional Alas Purwo. Sampel ikan dikoleksi langsung di lapangan dengan menggunakan jala dan pancingan. Sampel ikan yang diperoleh selanjutnya diidentifikasi jenisnya. Jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh ikan selama 1 jam dihitung dengan menggunakan metode titrasi winkler di laboratorium. Perbandingan jumlah oksigen terlarut di dalam bejana tanpa ikan dan bejana yang berisi ikan, merupakan jumlah oksigen yang konsumsi oleh ikan sampel. Kadar oksigen yang terlarut dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DO = \frac{8000 \times A \text{ thiosulfat} \times N \text{ thiosulfat}}{50 \left(\frac{v-2}{v} \right)}$$

Keterangan :

- A : banyaknya thiosulfat yang dipakai
- N : normalitas thiosulfat (0,01)
- v : volume botol winkler

Selanjutnya jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh ikan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Pemakaian oksigen

$$= \frac{(m_0 - m_1)(V - v) \text{ mg / L}}{t}$$

Keterangan

- m_0 : Kadar oksigen terlarut tanpa ikan
- m_1 : Kadar oksigen terlarut dalam bejana yang memiliki ikan, setelah 1 jam
- V : Volume bejana
- v : Volume ikan
- t : Waktu

Untuk kondisi fisik lingkungan di wilayah pengambilan sampel ikan, parameter yang diukur adalah

salinitas, pH, suhu air, suhu udara dan kadar oksigen terlarut (DO) di lokasi pengambilan sampel. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi pengambilan sampel adalah daerah hilir dari sungai Segara Anak yang merupakan aliran sungai yang membentuk muara air payau (estuaria). Sampel ikan yang diperoleh di muara Segara Anak, Taman Nasional Alas Purwo adalah empat jenis ikan pelagis yaitu *Scatophagus argus* dari famili Scatophagidae, *Toxotes jaculatrix* dari famili Toxotidae, *Nectamia fusca* dari famili Apogonidae dan *Ambassis macracanthus* dari famili Ambassidae. Morofologi dan ukuran dari keempat jenis ikan yang ditemukan ditunjukkan pada Gambar 1. Sedangkan hasil dari pengukuran kondisi fisik dari lokasi pengambilan sampel disajikan pada

Tabel 1. Parameter fisika-kimia muara Segara Anak, Taman Nasional Alas Purwo

| No. | Parameter | Nilai |
|-----|------------|-------------------------------|
| 1 | pH | 8 |
| 2 | Salinitas | 33,3‰ |
| 3 | Suhu Air | 26 °C (pagi) 28 °C (siang) |
| 4 | Suhu udara | 30,67°C (siang) |
| 5 | DO air | 5mg/L |

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa suhu air pada lokasi pengambilan sampel ikan adalah 26°C pada saat pagi hari dan 28°C pada saat siang hari. Besarnya nilai suhu ini tergolong ke dalam keadaan baik untuk kelangsungan hidup ikan, khususnya ikan pelagis ataupun ikan air payau. Menurut Isnaeni (2006), semua proses fisiologis ikan sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungannya karena ikan termasuk hewan poikiloterm, yaitu

suhu tubuh sangat ditentukan oleh suhu lingkungan. Dengan demikian suhu lingkungan perairan muara Segara Anak sesuai untuk kehidupan ikan pada umumnya. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Supriharyono (2000), yaitu ikan dapat hidup dengan baik pada suhu berkisar antara 25-29°C. Namun pada suhu tersebut kadar oksigen terlarut pada perairan muara Segara Anak adalah 5 mg/L, dan termasuk pada golongan rendah. Menurut Effendi (2003) *Dissolved oxygen* (DO) di perairan laut atau asin berkisar 7 mg/liter pada suhu 25°C. Rendahnya oksigen terlarut pada lokasi pengambilan sampel diduga disebabkan oleh suhu udara di kawasan tersebut tinggi yaitu 30,67°C (Tabel 1). Kenaikan suhu udara juga akan menyebabkan kenaikan suhu permukaan air sehingga kadar oksigen terlarut di dalam air juga menurun. Peningkatan suhu 1°C akan menurunkan 10% kadar oksigen terlarut pada perairan (Isnaeni, 2006). Pada kondisi tertentu, suhu permukaan perairan dapat mencapai 35°C atau lebih besar dan pada kondisi ini ikan akan berenang menjauhi permukaan perairan (Boyd dan Lichtkoppler, 1982).

Salinitas juga mempunyai peran penting dalam kehidupan organisme perairan termasuk ikan. Secara fisiologis salinitas berkaitan erat dengan penyesuaian tekanan osmotik ikan tersebut. Pada lokasi pengambilan sampel, nilai salinitasnya adalah 33,3‰ hasil ini tergolong tinggi untuk jenis perairan payau. Menurut Nontji (2005), pada umumnya air payau memiliki salinitas 0,5-17‰, sedangkan air laut lebih dari 17‰. Tingginya salinitas pada muara segara anak ini disebabkan oleh adanya pasang surut air sungai. Pada saat pasang dan surut salinitas pada perairan payau dapat bervariasi dari 20‰ hingga 40‰ (Nybaken, 1992).

Hasil pengukuran pH di muara segara anak tergolong netral yaitu 8 dan kondisi ini masih termasuk dalam golongan baik untuk kehidupan biota perairan terutama untuk jenis ikan karena ikan dapat hidup dalam air dengan nilai pH berkisar antara 5-9 (Nontji,2005). Nilai pH memengaruhi tingkat kesuburan perairan karena kehidupan jasad renik yang hidup

disana sangat dipengaruhi oleh tingkat keasaman dari suatu perairan tersebut. Selain itu perairan yang asam cenderung menyebabkan kematian pada ikan. Hal ini disebabkan konsentrasi oksigen akan rendah sehingga, aktifitas pernapasan tinggi dan keinginan untuk makan bagi ikanpun berkurang (Ghufron dan Kordi,2005).



A. *Scatophagus argus*



B. *Ambassis macracanthus*



C. *Nectamia fusca*



D. *Toxotes jaculatrix*

Gambar 1. Spesies ikan pelagis yang ditemukan di muara Segara Anak, Taman Nasional Alas Purwo.

Hasil pengukuran jumlah konsumsi oksigen ikan sampel yang diperoleh, disajikan pada tabel 2. Kadar oksigen dari air yang digunakan untuk sampel ikan pada saat pengukuran konsumsi O_2 yaitu berkisar antara 2,76 - 4,39 mg/l. Nilai ini lebih rendah apabila dibandingkan dengan kadar oksigen yang ada di lokasi pengambilan sampel yaitu 5mg/L. Perbedaan kadar O_2 tersebut disebabkan karena perbedaan pencampuran dan pergerakan massa air. Menurut effendi (2003), pada saat kadar oksigen terlarut 1,0-5,0 mg/L, ikan dapat bertahan hidup

namun pertumbuhannya terganggu, dengan demikian dapat diasumsikan bahwa sampel ikan pelagis dalam kondisi yang kurang baik pada saat penelitian dilakukan.

Konsumsi oksigen keempat jenis ikan pelagis berkisar antara 0,052-0,15mg/l/jam dan setiap spesies konsumsi ikan berbeda-beda. Adanya perbedaan ini dikarenakan adanya perbedaan struktur molekul sel darah ikan dan struktur tersebut berhubungan dengan tekanan parsial oksigen dalam air dan keseluruhan oksigen dalam sel darah (Brown and

Gratzek, 1980). Konsumsi oksigen ikan juga tergantung pada kelarutan oksigen di dalam air, sedangkan kelarutan oksigen dipengaruhi oleh salinitas dan suhu. Menurut Nybakken (1992), kelarutan oksigen akan berkurang dengan naiknya suhu dan salinitas, dan jumlah oksigen akan bervariasi sesuai dengan variasi parameter tersebut. Pada saat musim panas di daerah payau dapat terjadi stratifikasi salinitas vertikal dan terbentuk termoklin. Adanya stratifikasi dan

pembentukan termoklin tersebut akan menyebabkan hanya sedikit terjadinya pertukaran antara air permukaan yang kaya oksigen dengan air yang lebih dalam. Hal ini menyebabkan tingginya aktifitas biologis serta berkurangnya oksigen di dalam substrat atau sedimen. Ukuran partikel sedimen yang halus membatasi pertukaran air interstitial dengan kolom air di atasnya sehingga menyebabkan tingginya kebutuhan oksigen di perairan.

Tabel 2. Konsumsi oksigen ikan pelagis di muara Segara Anak, Taman Nasional Alas Purwo.

| No | Ikan | DO kontrol | DO Ikan | Volume bejana (L) | Volume Ikan(L) | waktu (menit) | Konsumsi O ₂ mg/L |
|----|-----------------------|------------|---------|-------------------|----------------|---------------|------------------------------|
| 1. | <i>S.argus</i> | 3,42 | 0,49 | 3,25 | 0,150 | 60 | 0,150 |
| 2. | <i>N. fusca</i> | 2,76 | 1,79 | 3,25 | 0,050 | 60 | 0,052 |
| 3. | <i>A.macracanthus</i> | 2,76 | 2,11 | 3,25 | 0,028 | 60 | 0,095 |
| 4. | <i>T.jaculatrix</i> | 4,39 | 3,41 | 3,25 | 0,078 | 60 | 0,052 |

Keterangan : DO = jumlah oksigen terlarut di dalam air media (mg/L)

Berdasarkan pendapat Nybakken (1992), dapat diasumsikan bahwa konsumsi oksigen oleh ikan *T.jaculatrix* saat berada di muara Segara Anak meningkat, dikarenakan ikan tersebut memiliki habitat di perairan tawar. Bermigrasinya ikan ini ke perairan dengan salinitas yang lebih tinggi menyebabkan konsumsi oksigen meningkat. Ikan pelagis yang ditemukan di perairan estuaria (payau) termasuk ikan yang dapat mentolerir perubahan salinitas. Golongan ikan atau biota estuaria yang dapat mentolerir berbagai penurunan salinitas disebut eurihalin. Spesies semacam ini mampu bermigrasi ke hulu estuaria dengan kejauhan yang bervariasi. Kebanyakan dapat mentolerir salinitas sampai dengan 15‰. Komponen air payau atau estuarin yang sebenarnya terdiri dari spesies yang terdapat di pertengahan daerah estuaria pada salinitas antara 5‰ dan 30‰ tetapi tidak dapat hidup baik pada daerah yang

sepenuhnya air laut (Nybakken, 1992). Namun untuk ikan *S. argus*, *N. fusca*, dan *A.macracanthus*, yang merupakan ikan laut, salinitas pada muara Segara Anak tidak memengaruhi konsumsi oksigennya karena salinitas pada muara Segara Anak sama dengan salinitas di laut yang merupakan habitat ketiga ikan tersebut.

Menurut Isnaeni (2006) kenaikan suhu berkaitan dengan sistem metabolisme, kenaikan suhu akan meningkatkan laju metabolisme. Pada saat laju metabolisme meningkat, kebutuhan oksigen dan pertukaran karbon meningkat. Apabila pada saat tersebut darah tidak mengandung cukup oksigen untuk memenuhi kebutuhannya, hewan akan mengalami kondisi hipoksia atau bahkan asfiksia (keadaan tidak terdapat oksigen pada jaringan tubuh). Kondisi hipoksia terjadi pada ikan *S.argus*, terlihat pada tabel 2 kadar oksigen terlarut setelah 1

jam perlakuan sangat rendah. Keadaan hipoksia pada ikan *S. argus* terlihat dengan perubahan perilakunya. Ikan cenderung berenang ke bagian atas, bukaan operkulum semakin cepat, dan pergerakan ikan semakin tidak menentu, sangat cepat, gelisah dan setelah satu jam ikan mengalami kematian. Ikan *S. argus* memiliki tingkat konsumsi oksigen tertinggi dibandingkan dengan ikan sampel lainnya. Hal ini disebabkan karena ukuran tubuh dan volume ikan *S. argus* lebih besar daripada ikan lainnya. Ukuran tubuh merupakan faktor yang mempengaruhi tingkat konsumsi oksigen pada organisme (Ghufron dan Kordi, 2005).

Ikan air asin memiliki konsumsi oksigen lebih rendah dibandingkan dengan air tawar. (Rostim, 2001) sedangkan hasil penelitian oleh Yurisma (2013) menunjukkan bahwa kenaikan salinitas menyebabkan kenaikan konsumsi oksigen oleh ikan dan ketersediaan oksigen di dalam airnya. Ikan goby yang memiliki habitat di air laut dangkal memiliki tingkat konsumsi oksigen 1482,33 mg/ml/jam pada suhu 28°C (Mindi, 2007), sedangkan pada kondisi suhu yang sama ikan sampel yang juga memiliki habitat di air laut yaitu *S. argus*, *N. fusca*, dan *A. macracanthus* memiliki konsumsi oksigen berkisar antara 0,052-0,15mg/l/jam atau 52-150mg/l/jam. Tingginya konsumsi O₂ oleh ikan goby dikarenakan ukuran ikan goby lebih kecil dibandingkan dengan ikan sampel sehingga kecepatan metabolismenya lebih tinggi daripada ikan yang berukuran besar sehingga oksigen yang dikonsumsi lebih banyak (Effendi, 2003). Konsumsi keempat jenis ikan pelagis berkisar antara 0,052-0,15mg/l/jam. Adanya perbedaan konsumsi O₂ pada tiap spesiesnya dikarenakan adanya

perbedaan struktur molekul sel darah ikan dan struktur tersebut berhubungan dengan tekanan parsial oksigen dalam air dan keseluruhan oksigen dalam sel darah (Brown and Gratzek, 1980). Konsumsi oksigen ikan juga tergantung pada kelarutan oksigen di dalam air sedangkan kelarutan oksigen dipengaruhi oleh salinitas dan suhu. Menurut Nybaken (1992), kelarutan oksigen akan berkurang dengan naiknya suhu dan salinitas, dan jumlah oksigen akan bervariasi sesuai dengan variasi parameter tersebut. Di daerah payau pada saat musim panas terjadi stratifikasi salinitas vertikal dan terbentuk termoklin. Adanya stratifikasi dan pembentukan termoklin menyebabkan hanya sedikit terjadinya pertukaran antara air permukaan yang kaya oksigen dengan air yang lebih dalam. Hal ini menyebabkan tingginya aktifitas biologis serta berkurangnya oksigen di dalam substrat atau sedimen. Ukuran partikel sedimen yang halus membatasi pertukaran air interstitial dengan kolom air di atasnya sehingga menyebabkan tingginya kebutuhan oksigen di perairan.

SIMPULAN

Konsumsi O₂ dari keempat sampel jenis ikan pelagis adalah 0,15 mg/L/jam (*S. nargus*); 0,052 mg/L/jam (*T. jaculatrix*); 0,052 mg/L/jam (*N. Fusca*) dan 0,095 mg/L/jam (*A. macracanthus*). Hasil pengukuran kondisi fisika dan kimia lokasi pengambilan sampel adalah salinitas air 33,3%, pH air 8, suhu air 28°C, suhu udara 30,67°C, dan *Dissolved oxygen* (DO) air 5 mg/L. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan pengawasan dan penanganan terhadap kawasan TNAP agar kelestariankeanekaragaman hayati dan ekosistem tetap terjaga.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada pengelola Taman Nasional Alas Purwo atas kerjasamanya sehingga penelitian ini dapat berlangsung sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Boyd, C. E. And F. Lichtkoppler. 1982. *Water Quality Management in Pond Fish Culture*. Auburn University: Auburn.
- Brown, M. E. 1980. *The Physiology of Fishes*. Academy Press. Inc: New York.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Fujaya, Y. 2004. *Fisiologi Ikan Dasar Pengembangan Teknik Perikanan*. PT Rineka Cipta: Jakarta.
- Ghufron. M, dan H. Kordi. 2005. *Budidaya Ikan Laut di Keramba Jaring Apung*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Isnaeini, W. 2006. *Fisiologi Hewan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Mindi, S. 2007. *Marine Respiration: The Effects of Temperature, Light, and Body*
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Edisi revisi. Penerbit Djambatan: Jakarta.
- Nybaken, J.W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Odum, E.P. 1971. *Dasar-dasar ekologi*. Edisi ketiga. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Size on Pacific Zooplankton and Reef Goby Collected 2-10°N Latitude. *SEA Cruise 211*. Stanford University.

EKOGENOTOKSISITAS LIMBAH CAIR BATIK DAN EFEK ANTIMUTAGENIK *Lemna minor* TERHADAP ERITROSIT IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)

Ecogenotoxicity of batik liquid waste and antimutagenicity of Lemna minor on Nile tilapia erythrocytes

Erma Musbita Tyastuti¹⁾, Okid Parama A.²⁾, Sunarto³⁾

Universitas Sebelas Maret, Jalan Ir. Sutami No. 36A Ketingan Surakarta, 57126

E-mail korespondensi: ermatyastuti@gmail.com

Abstract – Batik liquid waste in Solo are mostly sent directly to water stream without any treatment. This activity may lead to water contamination. The liquid waste contains some heavy metals that induce genotoxicity such as micronucleus formation. *Lemna minor* has antimutagenic properties due to its active biological compounds (i.e. caroten and amino acids) and able to inhibit the formation of micronucleus. The objectives of this present study are to understand the ecogenotoxicity of batik liquid waste and antimutagenicity of *Lemna minor* on Nile tilapia erythrocytes. This study were conducted in Biology Laboratory of UMS. Two groups of Nile tilapia were fed with different diet, 1 group of *Lemna minor* and 1 group of commercial pelet then exposed to batik liquid waste on 0 ppm/L, 2500 ppm/L, 5000 ppm/L and 7500 ppm/L. The result showed that the exposure of batik liquid waste induced the formation of micronucleus in fish erythrocytes, the highest frequency of micronucleus formation was the exposure of 7500 ppm/L. *Lemna minor* is proven to have the antimutagenicity and suppressed the formation of micronucleus lower than fish with pelet diet.

Keywords: batik liquid waste, ecogenotoxicity, micronucleus, *Lemna minor*, antimutagen.

Abstrak – Limbah cair batik di Solo sebagian besar dibuang langsung ke perairan tanpa diolah terlebih dahulu dan menyebabkan pencemaran air. Kandungan logam berat di dalam limbah cair batik dapat memicu efek genotoksik seperti pembentukan mikronukleus. *Lemna minor* berpotensi sebagai antimutagen dan mencegah pembentukan mikronukleus karena mengandung senyawa aktif seperti karoten dan asam amino. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ekogenotoksisitas limbah cair batik dan efek antimutagenik *Lemna minor* terhadap eritrosit ikan nila. Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi UMS dengan pemaparan limbah cair batik 0 ppm/L, 2500 ppm/L, 5000 ppm/L dan 7500 ppm/L terhadap 2 kelompok ikan nila dengan diet pelet dan *Lemna minor*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan limbah cair batik memicu pembentukan mikronukleus dengan frekwensi tertinggi pada konsentrasi paparan 7500 ppm/L. *Lemna minor* juga terbukti memiliki potensi antimutagenik karena mampu menekan frekwensi mikronukleus lebih rendah dibandingkan diet pelet.

Kata kunci: limbah cair batik, ekogenotoksisitas, mikronukleus, *Lemna minor*, antimutagen.

PENDAHULUAN

Ekogenotoksikologi adalah suatu bentuk pendekatan yang mengaplikasikan prinsip dan teknik genetika toksikologi untuk menilai efek potensial dari polusi lingkungan dalam bentuk agen genotoksik terhadap kesehatan ekosistem (Akpoilih, 2012; Shugart and Theodoris, 1998).

Limbah cair batik mengandung logam berbahaya yang dapat mengganggu kesehatan, diantaranya adalah Cr, Cu, Cd, Fe, Mn dan NH₃N (Aryani dkk., 2004; Hartanti dkk., 2011; Putra dkk., 2014; Sasongko dan Tresna, 2010; Subki dkk., 2014). Beberapa studi ekogenotoksikologi terhadap organisme perairan telah membuktikan bahwa paparan logam

berat mampu memicu kerusakan DNA, pembentukan mikronukleus, kelainan kromosom, mutasi sel, perkembangan sel kanker dan kerusakan janin serta beberapa gangguan kesehatan lainnya (Cadalwa *et al.*, 2008; Martin and Griswold, 2009; Mohod and Dhote, 2013).

Mikronukleus didefinisikan sebagai badan ekstra-nuklear yang mengandung fragmen kromosom dan atau keseluruhan kromosom yang tidak bergabung dengan nukleus setelah proses pembelahan sel (Luzhna *et al.*, 2013). Mikronukleus dapat dengan mudah dibedakan dari nukleus utama sel karena memiliki karakteristik sebagai berikut : (i) badan ekstra nuklear di dalam sitoplasma, berbentuk bulat atau lonjong, (ii) diameter $1/3 - 1/20$ dari nukleus utama di dalam sel, (iii) tekstur, warna dan penampakan menggambarkan nukleus utama, (iv) posisi benar-benar terpisah dari nukleus utama. (Ayoola and Akaeze, 2012).

Antimutagen dideskripsikan sebagai agen yang dapat mengurangi akibat yang muncul karena mutasi spontan maupun sengaja dipicu. Mekanisme anti mutagenesis diklasifikasikan menjadi 2 proses utama, yaitu :

- a. Desmutagenesis : faktor yang berperan langsung pada mutagen atau menginaktivasi mutagen. Zat yang berperan disebut desmutagen
- b. Bio anti mutagenesis : faktor yang berperan pada proses mutagenesis atau memperbaiki kerusakan DNA sehingga menurunkan frekwensi mutasi yang terjadi (Nagarathna *et al.*, 2013).

Beberapa kelompok utama senyawa antimutagenik diantaranya adalah vitamin, flavonoid, senyawa fenol, antrakuinon, karotenoid, diterpenoid, kumarin, tanin, hormon steroid, saponin dan produk-produk dari laut

(Bhattacharya, 2011; Sloczynska *et al.*, 2014), serta beberapa kelompok asam amino (Mauro *et al.*, 2009; Srividya *et al.*, 2012).

Lemna minor adalah tumbuhan kecil yang hidup mengambang di perairan, tersebar luas di seluruh penjuru dunia dan sering ditemui tumbuh sebagai populasi yang membentuk selimut tebal di permukaan air yang kaya akan nutrisi. *Lemna minor* adalah tumbuhan monokotil yang termasuk ke dalam famili *Lemnaceae* dan diklasifikasikan sebagai makrofit. Berdasarkan beberapa penelitian, diketahui bahwa *Lemna minor* memiliki banyak manfaat diantaranya sebagai agen biomonitoring dan bioremediator pencemaran air (Azeez and Sabbar, 2012; Khellaf and Zerdaoun, 2010; Paczkowski *et al.*, 2007; Radic *et al.*, 2009), bahan pakan alami bagi ikan (Olaniyi and Oladunjoye, 2012; Yilmaz *et al.*, 2004); bebek (Ali dkk., 2014); ayam (Hanstein *et al.*, 1992), antioksidan, antibakteri dan antifungal (Gulcin *et al.*, 2010)

Ikan nila dianggap sebagai bioindikator yang sangat bagus untuk studi genotoksikologi perairan dan untuk monitoring lingkungan karena mudah didapat, mudah beradaptasi di segala kondisi lingkungan dan memiliki nilai komersial yang tinggi (Bucker and Conceicao, 2012). Secara umum ikan adalah organisme yang paling sensitif terhadap efek genotoksik yang disebabkan oleh polutan karena beberapa alasan berikut ini : bioindikator yang sensitif terhadap kualitas air dan menunjukkan bahaya dari bahan-bahan kimia yang masuk ke dalam perairan; merespon toksikan seperti respon vertebrata yang lebih tinggi tingkat taksonnya; memiliki kemampuan yang lebih besar untuk memetabolisme xenobiotik dan mengakumulasi polutan; mampu hidup di segala zona perairan dan memiliki nilai

komersial serta rekreasional yang tinggi; memiliki peran penting dalam jaring tropik seperti mengalami bioakumulasi polutan dan biotransformasi xenobiotik seperti mamalia; merespon mutagen dalam konsentrasi rendah; sel tubuh ikan memiliki mekanisme perbaikan yang rendah; jika dibandingkan dengan sel mamalia, sel ikan lebih sensitif terhadap induksi kerusakan DNA; perbaikan DNA yang rusak lebih lambat dibandingkan mamalia sehingga cocok untuk studi bio-monitoring (Mir *et al.*, 2014).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan April-Mei 2016, bertempat di Laboratorium Biologi FKIP UMS Surakarta. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan menggunakan 8 perlakuan dengan 5 kali ulangan. Limbah cair batik didapatkan dari bak tampungan IPAL industri batik di wilayah Kampung Batik Laweyan, Solo. Lemna minor didapatkan dari penggiat Lemna minor di desa Banyudono, Boyolali kemudian dikembangkan di bak pembiakan. Sedangkan ikan nila sehat dengan berat 30-50 gram dan panjang 8-10 cm didapatkan dari Balai Benih Ikan Dinas Peternakan Surakarta.

1. Pemberian pakan

Hewan uji dibagi menjadi 2 kelompok pakan yaitu kelompok pelet (P) dan kelompok Lemna (L). Pemberian pakan dilakukan 2 x setiap hari pada pagi hari dan sore hari. Sisa pakan dibersihkan setiap 24 jam sekali untuk menjaga kondisi air di aquarium. Air yang digunakan harus dalam kondisi : pH 6.9 ± 0.3 ; DO 4.8 ± 0.2 mg/L; suhu 23.59 ± 0.24 °C. Pemeliharaan ikan dengan fotoperiode 12-14 jam selama

7 hari. Pemberian pakan dihentikan satu hari sebelum pemaparan limbah cair batik.

2. Paparan limbah cair batik

Sebelumnya dilakukan uji pendahuluan untuk menentukan LC50-96 dan didapatkan LC50-96 sebesar 13.601 ppm/L. Berdasarkan hasil di atas maka ditetapkan konsentrasi untuk uji sebenarnya sebagai berikut :

- Kelompok perlakuan A dengan penambahan limbah 0 ppm/L air sebagai kontrol.
- Kelompok perlakuan B dengan penambahan limbah 2500 ppm/L air.
- Kelompok perlakuan C dengan penambahan limbah 5000 ppm/L air.
- Kelompok perlakuan D dengan penambahan limbah 7500 ppm/L air.

3. Penghitungan jumlah mikronukleus

Setelah 96 jam paparan limbah cair batik, ikan nila dibius untuk proses pengambilan darah. Darah diambil dari vena cauda dengan menggunakan *syringe* yang telah dilengkapi EDTA agar darah tidak cepat membeku. Darah yang telah diambil segera dibuat preparat apus darah di atas gelas obyek kemudian dikeringanginkan pada suhu ruang semalaman. Apusan darah difiksasi dengan methanol absolut selama 10 menit dan dilanjutkan dengan pewarnaan menggunakan Giemsa 10% selama 1 jam. Untuk tiap sampel darah dari satu individu ikan dibuat 2 preparat apus darah untuk pengamatan 1000 eritrosit, penghitungan 500 eritrosit untuk tiap preparat dan diamati ada tidaknya

mikronuleus dan nukleus abnormal lainnya. Pengamatan eritrosit menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 1000x (Kousar and Javed, 2015; Srivastava and Singh, 2015 dengan beberapa modifikasi). Untuk mempermudah proses penghitungan eritrosit, mikroskop dilengkapi dengan optilab yang berfungsi mengambil gambar eritrosit yang teramati. Mikronukleus yang telah teramati kemudian dihitung frekuensinya dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FMN (\%) = \frac{\text{Jumlah mikronukleus yang teramati}}{\text{Jumlah total sel yang diamati}} \times 100$$

(Kousar and Javed, 2015)

4. Analisis dan Interpretasi Data

Data frekwensi mikronukleus dianalisis secara non parametrik menggunakan uji Kruskal-Wallis untuk membandingkan antara kelompok paparan limbah dan jenis pakan ($p < 0.05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Ekogenotoksisitas limbah cair batik terhadap pembentukan mikronukleus eritrosit ikan nila.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan limbah cair batik telah memicu pembentukan mikronukleus pada beberapa konsentrasi uji. Hasil dapat dilihat pada table 1. Data pada tabel menunjukkan bahwa paparan limbah cair batik telah memicu pembentukan mikronukleus pada beberapa konsentrasi paparan dan frekwensi mikronukleus cenderung meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi paparan.

Tabel 1. Frekwensi mikronukleus pada eritrosit ikan nila dengan beberapa konsentrasi paparan limbah cair batik

| Konsentrasi paparan limbah cair batik | % Frekwensi mikronukleus eritrosit (Mean ± SD) |
|---------------------------------------|--|
| 0 ppm/L (kontrol) | 0 |
| 2500 ppm/L | 1.40±1.647 |
| 5000 ppm/L | 1.00±1.155 |
| 7500 ppm/L | 2.10±1.792 |

Frekwensi tertinggi terdapat pada konsentrasi paparan 7500 ppm/L dan memiliki perbedaan yang signifikan dengan konsentrasi yang lebih rendah. Sedangkan pada kontrol tidak terdeteksi adanya mikronukleus pada eritrosit ikan nila. Semakin tinggi konsentrasi limbah cair batik maka semakin tinggi juga kadar pencemar yang terkandung di dalamnya, sehingga memicu semakin tingginya frekwensi pembentukan mikronukleus. Mikronukleus yang terbentuk pada eritrosit ikan nila dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Mikronukleus yang terbentuk di eritrosit ikan nila (a) dan (b). Mikronukleus yang diamati berukuran 1/3-1/40 dari nukleus utama.

Pembentukan mikronukleus pada uji ini diperkirakan karena paparan logam berat yang terkandung pada limbah cair batik. Beberapa studi telah mengindikasikan bahwa logam berat dapat menimbulkan efek genotoksik salah satunya adalah pembentukan mikronukleus. Logam berat dapat berperan baik secara tunggal maupun

bersama-sama (polimetal). Pada limbah cair batik yang digunakan dalam studi ini terkandung logam Cr, Cd, Mn, Fe dan Cu. Masing-masing jenis logam tersebut memiliki potensi genotoksik yang spesifik terhadap sel-sel tubuh organisme.

Cr terdapat di lingkungan dalam tiga tahapan oksidasi yang stabil yaitu Cr (0), Cr (III) dan Cr (VI) dimana masing-masing memiliki karakteristik toksisitas dan transport yang berbeda. Cr (VI) atau hexavalen adalah bentuk yang paling beracun bagi manusia maupun hewan karena potensi oksidasinya tinggi dan mampu menembus membran sel. Selain terindikasi toksik, Cr (VI) juga merupakan agen karsinogenik dan dapat menghancurkan struktur DNA. (Govind and Madhuri, 2014; Lin et al., 2009; Shadreck and Mugazda, 2013).

Penelitian oleh Kumar et al. (2012) terhadap ikan *Channa punctatus* menunjukkan bahwa paparan konsentrasi subletal potasium kromat selama 21 hari menginduksi pembentukan MN secara maksimal pada eritrosit, sedangkan paparan selama 7 hari memicu pembentukan ekor komet pada limfosit dan sel insang secara maksimal dengan uji *commet assay*. Pada penelitian lain dilakukan pemaparan Cr selama 21 hari pada ikan *Catla catla* dan hasil yang didapatkan menunjukkan adanya peningkatan frekwensi MN dan nukleus binuklear secara signifikan pada eritrosit ikan yang dipicu oleh peningkatan kerusakan DNA dan seiring dengan penurunan aktifitas enzim SOD serta peningkatan aktifitas enzim katalase (Arunachalan et al., 2013). Penelitian Rasa et al. (2011) juga memperkuat bukti tentang efek genotoksik Cr. Penelitian dilakukan

terhadap ikan *Labeo rohita* dengan paparan potasium dikromat, bentuk terlarut dari heksavalen Cr (VI). Hasil menunjukkan bahwa terjadi pembentukan MN pada eritrosit ikan setelah paparan potasium dikromat baik pada konsentrasi subletal maupun nonletal.

Cd adalah logam non esensial yang banyak dilepas di lingkungan sebagai limbah industri dan merupakan logam yang dapat mengendap di dalam jaringan tubuh dalam waktu yang lama (10-30 tahun) dan lambat proses ekskresinya (Ercal et al., 2001). Dubey dan Tripathi (2014) melakukan pengamatan efek genotoksitas paparan Cd terhadap 3 jenis jaringan pada ikan *Channa punctatus* yaitu eritrosit, sel-sel ginjal dan sel-sel insang selama 96 jam dengan uji MN. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa frekwensi MN tertinggi terdapat pada sel insang, kemudian eritrosit dan terakhir pada sel ginjal. Semakin lama paparan dan semakin tinggi konsentrasi paparan Cd maka semakin tinggi juga frekwensi MN. Hasil yang sama juga didapatkan oleh Ozkan et al. (2011) yang melakukan studi efek genotoksik Cd pada ikan *Oreochromis niloticus*, bahwa semakin tinggi dosis Cd dan semakin panjang durasi paparan meningkatkan frekwensi pembentukan MN.

Mn, Fe dan Cu adalah logam esensial yang dalam batasan tertentu berguna dalam metabolisme namun jika dalam jumlah yang berlebih dapat menjadi racun bagi tubuh (Flora et al., 2008). Ketiga logam tersebut dapat memicu kerusakan DNA secara oksidatif dengan membentuk radikal bebas. Radikal bebas berupa Fe bebas, Mn bebas, Cu bebas, OH*

atau O^{2*} . Pembentukan radikal hidroksil melalui jalur reaksi Fenton dan Haber-Weiss. Radikal bebas yang mengoksidasi DNA menyebabkan terjadinya substitusi basa pada DNA dan memicu mutasi. Selain berperan langsung terhadap DNA, radikal bebas juga memicu kerusakan enzim-enzim antioksidan dan enzim-enzim perbaikan DNA sehingga kerusakan pada DNA lambat diperbaiki atau bahkan tidak dapat diperbaiki. Kondisi inilah yang bisa memicu pembentukan MN (Anderson et al., 2007; Dziaman et al., 2011; Jaishankar et al., 2014; Okocha and Adedeji, 2012; Papanikolaou and Pantopoulos, 2005; Stephenson et al., 2013; Toyokuni, 2009). Penelitian oleh Horta et al. (2016) membuktikan bahwa logam Fe dapat memicu pembentukan MN secara in vivo pada limfosit mencit. Logam Cu juga telah terindikasi dapat menginduksi pembentukan mikronukleus pada larva katak *Lithobates catabieanus* (Da Rocha, 2011) dan pada beberapa spesies ikan yaitu *Labio rohita*, *Cirrhina mrigala*, *Ctanopharygodon idella* dan *Catla catla* setelah 30 hari paparan (Kousar and Javeed, 2015).

2. Efek antimutagenik *Lemna minor* terhadap pembentukan mikronukleus eritrosit ikan nila setelah pemaparan limbah cair batik.

Pemaparan limbah cair batik dilakukan setelah sebelumnya 2 kelompok ikan nila diberi 2 jenis pakan yang berbeda. Kelompok 1 diberi pakan pelet sebagai kontrol sedangkan kelompok 2 diberi pakan *Lemna minor* sebagai kelompok perlakuan. Hasil pengamatan pembentukan mikronukleus setelah paparan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Frekwensi mikronukleus di tiap konsentrasi paparan limbah cair batik pada 2 jenis pakan yang berbeda (pelet dan *Lemna minor*)

| Konsentrasi paparan limbah cair batik | Frekwensi mikronukleus (Mean ± SD) | |
|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------|
| | Pelet | <i>Lemna minor</i> |
| 0 ppm/L (kontrol) | 0 | 0 |
| 2500 ppm/L | 2.20±2.049 | 0.60±0.548 |
| 5000 ppm/L | 1.40±1.517 | 0.60±0.548 |
| 7500 ppm/L | 3.60±1.140 | 0.60±0.548 |

Dalam studi ini belum dapat ditentukan peran spesifik *Lemna minor*, apakah sebagai desmutagen atau bioantimutagen. Diperlukan studi lanjutan untuk mengetahui mekanisme kerja *Lemna minor* dalam menghambat pembentukan mikronukleus sehingga peran spesifik antimutagennya dapat diketahui.

Untuk memperkirakan mekanisme kerja antimutagen *Lemna minor*, bisa dilihat dari kandungan kimiawi yang dimiliki. *Lemna minor* kaya akan protein dan asam amino yang memiliki efek antimutagenik. Roy et al. (2002) telah menguji aktifitas antimutagenik dari 19 asam amino (kecuali histidin) terhadap daya mutagenik N-metil-N'-nitro-Nnitroguanidin (MNNG) dengan uji AMES dan didapatkan hasil bahwa sistein adalah antimutagen teraktif dan glisin, triptofan, lisin dan arginin sebagai antimutagen kuat, sedangkan sisanya menunjukkan aktifitas antimutagenik menengah hingga lemah. Asam amino juga berperan sebagai *chelator*, yaitu senyawa yang mampu mengikat logam berat dan mencegah toksisitas logam berat (Marara, 2012). Pengikatan logam berat oleh *chelator* mencegah pembentukan ROS dan mutasi pada

sel. *Lemna minor* juga mengandung karoten yang merupakan prekursor vitamin A, memiliki daya antioksidan yang berperan sebagai antimutagen dan menginaktivasi mutagen sehingga *Lemna minor* bisa berperan sebagai antimutagen dengan potensi antioksidan (Flora *et al.*, 2008). Antioksidan mampu menghilangkan ROS sebelum molekul mutagen bereaksi dengan DNA dan menyebabkan mutasi (Sloczynska *et al.*, 2014). Lemnan, senyawa pektin kompleks juga ditemukan terkandung di dalam *Lemna minor* (Gulcin, 2010). Pektin adalah kelompok polisakarida yang ditemukan di dinding sel tumbuhan tingkat tinggi dengan fungsi sebagai agen penghidrasi dan bahan pematang untuk jaringan selulosa (Thakur *et al.*, 1997). Pektin juga berperan sebagai *chelator* bagi logam berat sehingga mencegah mutasi sel karena pembentukan ROS. Zhao *et al.* (2008) menguji peran pektin pada jeruk sebagai *chelator* pada detoksifikasi timbal terhadap anak-anak yang dirawat di rumah sakit karena keracunan timbal. Hasil uji menunjukkan penurunan kadar timbal pada serum darah dan peningkatan kadar timbal pada urin anak-anak tersebut.

Semakin beragamnya bahan-bahan mutagenik yang terlepas di lingkungan maka semakin tinggi juga ancaman genotoksik yang dapat menurunkan kualitas hidup makhluk hidup. Efek genotoksik adalah pemicu awal berkembangnya gangguan-gangguan sistem fisiologis pada makhluk hidup. Potensi antimutagenik yang dimiliki oleh *Lemna minor* menjadikan tumbuhan ini sebagai salah satu alternatif solusi dalam mencegah atau meminimalisir

efek genotoksik bahan-bahan mutagenik.

SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

Limbah cair batik memiliki efek ekogenotoksik terhadap eritrosit ikan nila karena mampu memicu pembentukan mikronukleus. Kandungan logam berat di dalam limbah cair batik sebagai salah satu pemicu munculnya efek genotoksik pada eritrosit ikan nila. Logam berat yang terkandung di dalam limbah cair batik adalah Cd, Cr, Fe, Mn dan Cu. *Lemna minor* berpotensi sebagai antimutagenik karena mampu meminimalisir pembentukan mikronukleus pada eritrosit ikan nila. Belum dapat ditentukan aktifitas antimutagenik yang utama pada *Lemna minor*, apakah sebagai desmutagen atau bioantimutagen.

DAFTAR PUSTAKA

- Akpoilih, B. U. 2012. "Fish Ecogenotoxicology: An Emerging Science, An Emerging Tool for Environmental Monitoring and Risk Assessment". *G.J.B.B.* 1 (2) : 141-151. ISSN : 2278-9103
- Ali, M., Sukirno, Tamzil, M. H. and Ichsan, M. 2014. "Meat Traits of Muscovy Ducks Fed on Phytonutrition Meal". *Int. J. Poult. Sci.* 13 (4) : 204-207. ISSN : 1682-8356
- Anderson, G. 2007. "Mechanism of Iron Loading and Toxicity". *Am. J. Hematol.* 82 : 1128-1131. DOI : 10.1002/ajh.21075
- Arunachalan, K.D., Annamalai, S.K. and Kuruva, J. K. 2013. "In Vivo Evaluation of Hexavalent Chromium Induced DNA Damage by Alkaline Comet Assay and Oxidative Stress in *Catla catla*". *AJES* 9 (6) : 470-482. DOI : 10.3844/ajessp.2013.470.482

- Aryani, Y., Sunarto dan Widiyani, T. 2004. "Toksistas Akut Limbah Cair Batik CV. Giyant Santoso Surakarta dan Efek Sublethalnya Terhadap Struktur Mikroanatomi Branchia dan Hepar Ikan nila (*Oreochromis niloticus*)". *BioSMART*. 6 (2) : 147-153. ISSN : 1412-033x
- Ayoola, S. O. and Akaeze, c. O. 2012. "Genotoxic Evaluation and Toxicity of Spent Engine Oil on *Clarias gariepinus*". *Res. J. Environ. Toxicol.* 6 (4) : 133-141. ISSN : 1819-3420. DOI : 10.3923/rjet.2012.133.141.
- Azeez, N. M. and Sabbar, A. A. 2012. "Efficiency of Duckweed (*Lemna minor* L.) in Phytotreatment of Wastewater Pollutants from Basrah Oil Refinery". *J. Appl. Phytotech. Environ. Sanit.* 1 (4) : 163-172. ISSN : 2088-6586
- Bhattacharya, Sanjib. 2011. "Natural Antimutagens : A Review". *Res. J. Med. Plant.* 5 (2) : 116-126. ISSN : 1819-3455. DOI : 10.3923/rjmp.2011.116.126
- Bucker, A. and da Conceicao, M. B. 2012. "Genotoxicity evaluation of tilapia (*Oreochromis niloticus*) exposed to waters from two sites of Itajai-Acu River (SC, Brazil)". *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.* 7 (2) : 51-56. DOI : 10.5132/jbse.2012.02.008
- Cadahia, B. P., Laffon, B., Porta, M., Lafuente, A., Cabaleiro, T., Lopez, T., Caride, A., Pumarega, J., Romero, A., Pasaro, E. and Mendez, J. 2008. "Relationship Between Blood Concentration and Endocrine Parameters Among Subjects Involved in Cleaning Coastal Areas Affected by The 'Prestige' Tanker Oil Spill". *Chemosphere.* 71 : 447-455. DOI :10.1016/j.chemosphere.2007.10.053
- Da Rocha, C. A. M. 2011. "The micronucleus Test in Erythrocytes of Amphibian Larvae as Tool for Xenobiotic Exposure Risk Assessment : A Brief Review and An Example Using *Lithobates catesbeianus* Exposed to Copper Sulphate". *Middle-East. J. Sci. Res.* 8 (1) : 23-29. ISSN : 1990-9233
- Dubey, A. and Tripathi, N.K. 2014. "Evaluation of Time, Dose, and Tissue Dependent Genotoxic Effect of Cadmium Chloride in a Freshwater Fish, *Channa punctatus* (Pisces : Family : Channidae)". *IJRSR* 5 (5) : 934-939. ISSN : 0976-3031
- Dziaman, T., Jurgowiak, M. and Olinski, R. 2011. "Association between body iron stores and level of oxidatively modified DNA bases". *JBCBB* 92 (2) : 159-165
- Flora, S. J. S., Mittal, M. and Mehta, A. 2008. "Heavy metal induced oxidative stress and its possible reversal by chelation therapy". *Indian. J. Med. Res.* 128 : 501-523
- Gulcin, I., Kurecci, E., Akkenik, E., Topal, F. and Hisar, O. 2010. "Antioxidant, Antibacterial and Anticandidal Activities of Aquatic Plant : Duckweed (*Lemna minor* L. Lemnaceae). *Turk. J. Biol.* 34 : 175-188
- Hartati, I., Riwayati, I. dan Kurniasari, L. 2011. "Potensi Xanthate Pulpa Kopi Sebagai Adsorben Pada Pemisahan Ion Timbal dari Limbah Industri Batik". *Momentum.* 7 (2) : 25-30
- Horta, R.N., Kahl, V. F. S., Sarmiento, M. S., Nunes, M. F. S., Porto, C. R. M., de Andrade, V. M., Ferraz, A. B. F. and Da Silva, J. 2016. "Protective effects of acerola juice

- on genotoxicity induced by iron in vivo". *GMB* 39 (1) : 122-128. DOI : 10.1590/1678-4685-GMB-2015-0517
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B. and Beeregowda, K. 2014. "Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals". *Interdiscip. Toxicol.* 7 (2) : 60-72. DOI : 10.2478/intox-2014-0009
- Khellaf, N. and Zerdaoui, M. 2010. "Growth, Photosynthesis and respiratory Response to Copper in *Lemna minor* : A Potential Use of Duckweed in Biomonitoring". *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.* 7 (2) : 299-306
- Kousar, S and Javed, M. 2015. "Studies on Induction of Nuclear Abnormalities in Peripheral Blood Erythrocytes of Fish Exposed to Copper". *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 15 : 879-886. ISSN : 1303-2712. DOI : 10.4194/1303-2712-V15_4_11
- Kumar, R., Nagpure, N.S., Kushwaha, B., Srivastava, S. K. and Lakra, W. S. 2010. "Investigation of the genotoxicity of malathion to freshwater teleost fish *Channa punctatus* (Bloch) using the micronucleus test and *comet assay*". *Arch. Environm. Contam. Toxicol.* 58 : 123-130. DOI : 10.1007/s00244-009-9354-3
- Lin, C. C., Wu, M. L., Yang, C. C., Ger, J., Tsai, W. J. and Deng, J. F. 2009. "Acute Severe Chromium Poisoning After Dermal Exposure to Hexavalent Chromium". *J. Chin. Med. Assoc.* 72 (4) : 219-221. DOI : 10.1016/s1726-4901 (09) 70059-0
- Luzhna, L., Kathiria, B. and Kovalchuk, O. 2012. "Micronuclei in Genotoxicity Assessment : From Genetics to Epigenetics and Beyond". *Frontiers in Genetics.* 4 Article 131. DOI : 10.3389/fgene.2013.00131
- Marara, A. 2012. "Plant Response to Heavy Metal Toxicity" in A. Furim (ed). *Plants and Heavy Metals. Springerbriefs in BioMetals.* DOI : 10.1007/978-94-007-4441-7_2
- Martin, S. and Griswold, W. 2009. "Human Health Effects of Heavy Metals". *Environmental Science and Technology Briefs for Citizens.* 15th Ed. CHSR. KSU. Manhattan. New York
- Mauro, M. O., Pesarini, J. R., Ishii, P. L., daSilva, A. F. and Oliveira, R. J. 2010. "Chemopreventive Activity of Phenylalanine Against Damage Mutagenic Prompted by the Acute Administration of Cyclophosphamide in Pregnant and Non-Pregnant Mice Using the Micronucleus Test". *Braz. J. Pharmacogn.* 20 (3) : 334-339
- Mir, M. I., Khan, S., Bhat, S. A., Reshi, A. A., Shah, F. A., Balki, M. H. and Manzoor, R. 2014. "Scenario of Genotoxicity in Fishes and Its Impact on Fish Industry". *IOSR-JESTFT.* 8 (6) : 2319-2402. E-ISSN : 2319-2402
- Mohod, C. V. and Dhote, J. 2013. "Review of Heavy Metals in Drinking Water and Their Effect on Human Health". *IJIRSET.* 2 (7) : 2992-2996
- Nagarathna, P. K. M., Wesley, M. J., Reddy, P. S. and Renna, K. 2013. "Review on Genotoxicity, Its Molecular Mechanism and Prevention". *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 22 (1) : 236-243. ISSN : 0976-044x
- Okocha, R. O. and Adedeji, O. B. 2012. "Overview of Copper Toxicity to Aquatic Life". *Rep. Opinion.* 4 (8) : 57-67. ISSN : 1553-9873

- Olaniyi, C. O. and Oladunjaye, I. O. 2012. "Replacement Value of duckweed (*Lemna minor*) in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) Diet". *Transnat.J. Sci. Tech.* 2 (9) : 54-61
- Ozkan, F., Gunduz, S. G., Berkoz, M. and Ozlner Hunt, A. 2011. "Induction of micronuclei and other nuclear abnormalities in peripheral erythrocytes of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, following exposure to sublethal cadmium dose". *Turk. J. Zool.* 35 (4) : 585-592. DOI : 10.3906/zoo-0907-77
- Paczkowska, M., Kozłowska, M. and Golinski, P. 2007. "Oxidative Stress Enzyme Activity in *Lemna minor* L. Exposed to Cadmium and Lead". *ACTA BIOLOGICA CRACOVENSIS Series Botanica.* 49 (2) : 33-37. PL ISSN : 0001-5296
- Papanikolaou, G. and Pantopoulos, K. 2005. "Iron metabolism and toxicity". *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 202 : 199-211. DOI : 10.1016/j.taap.2004.06.021
- Putra, D. E., Astuti, F. P. dan Suharyadi, E. 2014. "Studi Penurunan Kadar Logam Besi (Fe) pada Limbah Batik dengan Sistem Purifikasi Menggunakan Absorben Nanopartikel Magnetic (Fe₃O₄)". *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng dan DIY* : 250-252. ISSN : 0853-0823
- Radic, S., Stipanicev, D., Cvjetko, P., Mikelic, I. L., Rajcic, M. M., Sirac, S., Kozlina, B. P. and Pavlica, M. 2009. "Ecotoxicological Assessment of Industrial Effluent Using Duckweed (*Lemna minor* L.) as A Test Organism". *Ecotoxicology.* DOI 10.1007/s10646-009-0408-0
- Rasal, K., Rasal, A. and Makwana, N. 2011. "Micronucleus test as a cytogenetic marker for evaluation of genotoxicity in fish, *Labeo rohita*". *Asian J. Animal. Sci.* 6 (1) : 32-34
- Roy, M. K., Kuwabara, Y., Hara, K., Watanabe, Y. and Tamai, Y. 2002. "Antimutagenic Effects of Amino Acids on the Mutagenicity of N-methyl-N-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG)". *Biosc. Biotechnol. Biochem.* 66 (6) : 1400-1402. DOI : 10.1271/666.66.1400
- Sasongko, Dwi P. 2010. "Identifikasi Unsur dan Kadar Logam Berat pada Limbah Pewarna Batik dengan Metode Analisis Pengaktifan Neutron". *TELAAH.* 27 : 22-27
- Shadreck, M. and Mugadza, T. 2013. "Chromium, an essential nutrient and pollutant : A Review". *AJPAC* 7 (9) : 310-317. DOI : 10.5897/AJPAC 2013.0517
- Shugart, L. and Theodorakis, C. 1998. "New Trends in Biological Monitoring : Application of Biomarkers to Genetic Ecotoxicology". *Biotherapy.* 11 : 119-127
- Sloczynska, K., Powraznik, B., Pekala, E. and Waszkielewicz. 2014. "Antimutagenic Compounds and Their Possible Mechanism of Action". *J. Appl. Genetics.* 55 : 273-285. DOI : 10.1007/513355-014-0198-9
- Srivastava, P. and Singh, A. 2015. "Evidence of Micronuclei in Fish Blood as A Biomarker of Genotoxicity due to Surface Run of Agricultural Fungicide (Propiconazole)". *J Toxicol. Environ. Health. Sci.* 7 (1) : 4-8.

- Article Number : 845D77C50247.
ISSN : 2006-9820. DOI : 10.5897/
JTEHS2015.0325
- Srividya, A. R., Dhanabal, S. P. and Vishnuvarthan, V. J. 2012. "Mutagenicity/Antimutagenicity of Plant Extracts Used in Traditional Medicine : A Review". *WJPR*. 2 (1) : 236-259. ISSN : 2277-7105
- Stephenson, A. P., Mazu, T.K., Miles, J. S., Freeman, M. D., Reams, R. R. and Flores-Rozas, H. 2013. "Defects in Base Excision Repair Sensitize Cells to Manganese in *S. cerevisiae*". *BioMed. Res. Int.* Article ID 295635. DOI : 10.1155/2013/295635
- Subki, N. S., Hashim, R. and Muslim, N. Z. M. 2014. "Heavy Metals Analysis of Batik Industry Wastewater, Plant and Soil Samples : A Comparison Study of FAAS and HACH Colorimeter Analytical Capabilities" in A. Z. Aris *et al.*, (Eds) From Sources to Solution pages 285-289. Springer Science and Business Media. Singapore
- Thakur, B. R., Singh, R. K., Handa, A. K. and Rao, M. A. 1997. "Chemistry and uses of pectin – A Review". *Critical Rev. In Food Sci. and Nutri.* 37 (1) : 47-73. DOI : 10.1080/10408399709527767
- Toyokuni, S. 2009. "Role of Iron in Carcinogenesis : Cancer as a ferrotoxic disease". *Cancer Sci.* 100 (1) : 9-16. DOI : 10.1111/j.1349-7006.2008.01001.x
- Yilmaz, E., Akyurt, I. and Gunal, G. 2004. "Use of Duckweed. *Lemna minor*, as A Protein Feedstuff in Practical Diets for Common Carp, *Cyprinus carpio*, Fry". *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 4 : 105-109
- Zhao, Z. Y., Liang, L., Fan, X. Q., Yu, Z. H., Hotchkiss, A. T., Wilk, B. J. and Eliaz, I. 2008. "The Role of Modified Citrus Pectin As An Effective Chelator of Lead in Children Hospitalized with Toxic Lead Levels". *Altern. Ther. Health. Med.* 14 (4) : 34-38

Pengaruh Penambahan Leri dan Enceng Gondok, Klaras, Serta Kardus Terhadap Produktivitas Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) pada Media Baglog

Suparti, Aninda Ayu Kartika, Devi Ernawati

Prodi P. Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta 57162

sup168@ums.ac.id

Abstrak

Jamur merang merupakan jamur pangan yang pertumbuhannya memerlukan media mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Limbah organik tersebut yaitu Leri, klaras, kardus dan enceng gondok. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan leri dan Limbah Organik (klaras, kardus dan enceng gondok) terhadap produktivitas jamur merang pada media baglog. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor 1 volume leri: (L1) 50 ml dan (L2) 100 ml. Faktor 2 jenis Media: (M1) Klaras, (M2) Kardus, dan (M3) Enceng gondok. Parameter yang diukur adalah berat basah badan buah jamur merang. Hasil analisis sebagai berikut: produksi jamur merang yang ditumbuhkan dalam baglog yang ditambahkan limbah organik terdiri atas klaras, kardus dan enceng gondok, hasil yang terbaik, yaitu pada perlakuan: M₁L₂ (klaras 125 g dan penambahan air leri 100 ml) yaitu 67,51 g, M₂L₂ (media kardus dengan penambahan air leri 100 ml) yaitu 75,00 g dan perlakuan M₃L₁ (enceng gondok 125 g + leri 50 ml), yaitu 76,67 g. Sedangkan berat tubuh buah jamur merang paling rendah pada perlakuan M₁L₀, yaitu 61,67 g, M₂L₀ (media kardus tanpa penambahan air leri) yaitu 56,67 g, dan M₃L₀ yaitu 60,67 g.

Kata Kunci: leri, Enceng gondok, klaras, kardus, produktivitas jamur merang

PENDAHULUAN

Jamur merupakan organisme tidak berkhlorofil yang mempunyai empat sifat yaitu, heterotrop, saprofit, mutualistik dan parasit. Ada dua macam jamur jika dilihat dari aspek konsumsi, yaitu jamur yang beracun dan jamur yang dapat dimakan. Jamur pangan, misalnya jamur merang, jamur kancing, jamur tiram, jamur linchi, jamur sintakhe. Jamur merang merupakan salah satu di antara sekian banyak spesies jamur tropis dan subtropis yang banyak dikenal dan diminati oleh masyarakat. Pembudidayaan jamur merang sebagai makanan bergizi telah lama dilaksanakan namun produksinya masih belum bisa menutupi kebutuhan konsumen. Kandungan gizi dalam jamur merang adalah karbohidrat 8,7 %, protein 26,49 %, lemak 0,67 %, kalsium 0,75 %, fosfor 30 %, kalium 44,2 % dan vitamin. Gender

(1982) menambahkan bahwa mineral yang terkandung dalam jamur merang lebih tinggi dibandingkan dengan yang terkandung dalam daging sapi dan domba. Setiap jenis jamur memerlukan syarat tumbuh yang berbeda-beda. Jamur merang merupakan jamur yang tumbuh di daerah tropika dan membutuhkan suhu dan kelembaban yang cukup tinggi berkisar antara 30° C samapai dengan 38° C dalam krudung atau kubung. Kelembaban relatif yang diperlukan adalah berkisar antara 80% sampai dengan 85% serta kebutuhan akan pH media tumbuh berkisar antara pH 5,0 sd pH 8,0 (Sinaga, 2001).

Tubuh buah jamur merang yang masih muda berbentuk bulat telur sedangkan apabila sudah tua tudung jamur merang akan mengembang seperti payung, pada saat masih muda tubuh

buah berwarna coklat gelap hingga abu-abu dan dilindungi selubung. Pada tubuh buah jamur merang tua, tudung berkembang seperti cawan berwarna coklat tua keabu-abuan dengan bagian batang berwarna coklat muda. Jamur merang mampu bertahan hidup pada suhu yang relative tinggi, antara 30-38°C dengan suhu optimum pada 35°C (Widiyastuti, 2008). Jamur merang biasanya hidup bergerombol dan dapat bertahan hidup pada jerami padi, sagu, serbuk gergaji, dan tandan kosong kelapa sawit (Gunawan, 2011).

Produksi jamur merang sangat dipengaruhi oleh media tempat jamur merang tumbuh, karena jamur tidak dapat berasimilasi dan tergolong jasad heterotropik sehingga untuk keperluan hidupnya tanaman jamur mempunyai ketergantungan pada sumber nutrisi (Nurman dan Kahar, 1990). Sumber nutrisi dapat diberikan kepada media atau didapatkan langsung dari media tersebut. Media tersebut berupa limbah organik, misalnya air cucian beras, jerami, limbah kapas, ampas batang aren, eceng gondok, kardus, ampas tebu, sabut kelapa, daun pisang kering atau klaras, serbuk gergaji, alang-alang dan lainnya.

Tahap perkembangan jamur merang dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap pertumbuhan miselium, tahap pembentukan tubuh buah dan tahap pelepasan spora (Widiastuti, 2008). Kehidupan jamur merang berawal dari spora (basidiospora) yang kemudian akan berkecambah membentuk hifa yang berupa benang-benang halus. Hifa ini akan tumbuh keseluruh bagian media tumbuh, kemudian dari kumpulan hifa atau miselium akan terbentuk gumpalan kecil seperti simpul benang yang menandakan bahwa tubuh buah jamur mulai terbentuk. Simpul tersebut berbentuk bundar atau lonjong dan dikenal dengan stadia kepala

jarum (*pinhead*) atau primordia. Simpul ini akan membesar dan disebut stadia kancing kecil (*small button*). Selanjutnya stadia kancing kecil akan terus membesar mencapai stadia kancing (*button*) dan stadia telur (*egg*). Pada stadia ini tangkai dan tudung yang tadinya tertutup selubung universal mulai membesar. Selubung tercabik, kemudian diikuti stadia perpanjangan (*elongation*). Cawan (*volva*) pada stadia ini terpisah dengan tudung (*pileus*) karena perpanjangan tangkai (*stalk*). Stadia terakhir adalah stadia dewasa tubuh buah (Sinaga, 2005).

Pada stadia kancing yang telah membesar akan terbentuk bilah. Bilah yang matang akan memproduksi basidia dan basidiospora, kemudian tudung membesar. Pada waktu itu, selubung universal yang semula membungkus seluruh tubuh buah akan tercabik. Tudung akan terangkat keatas karena memanjangnya batang, sedangkan selubung universal yang sobek akan tertinggal dibawah dan disebut cawan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ruhama (2014) menunjukkan bahwa adanya perbedaan kadar besi dan kalsium antara jamur merang dan jamur tiram. Kadar zat besi paling tinggi terdapat pada jamur merang sedangkan kadar kalsium paling tinggi terdapat pada jamur tiram. Adapun kadar besi pada jamur merang dan jamur tiram berturut-turut yaitu $(0,6389 \pm 0,0959)$ mg/100 g dan $(0,5055 \pm 0,0207)$ mg/100 g. kadar kalsium pada jamur merang dan jamur tiram berturut-turut yaitu $(1,0584 \pm 0,2058)$ mg/100 g dan $(4,2760 \pm 1,3964)$ mg/100 g.

Selain memiliki kandungan nilai gizi yang sangat bermanfaat bagi tubuh manusia, jamur merang mengandung zat yang bersifat obat seperti *Volvatoksin* dan *flammutoksin (cardiac tonic)* (Suriawiria, 1997). Jamur merang juga mengandung senyawa *eritadenin* yang berkhasiat

sebagai anti racun dan mengandung sejenis antibiotik yang berkasiat mencegah kurang darah (anemia), kanker dan menurunkan tekanan darah tinggi.

Media Pertumbuhan Jamur Merang

Pada umumnya media tumbuh jamur merang yaitu jerami padi, dan di tumbuhkan pada bedengan atau tidak dalam baglog sebagaimana jamur pangan lainnya. Jerami padi merupakan limbah organik yang lazim digunakan sebagai media tumbuh jamur merang. Jerami mengandung selulosa 2,98 % dan garam mineral (N, P, K). Pemakaian jerami padi sebagai media tumbuh jamur merang sebenarnya sangat baik untuk media jamur merang, mengingat jumlahnya banyak, murah mudah didapatkan, mudah di campur dengan bahan-bahan pelengkap nutrisi, tetapi jerami padi hanya di temukan pada musim panen saja. Di samping itu jerami padi saat ini relatif mahal dan agak sulit didapatkan, karena semakin sempitnya lahan pertanian, oleh karena itu perlu adanya alternatif pengganti jerami, sebagai media tumbuh jamur, misalnya kertas kardus, daun pisang kering (klaras) dan enceng gondok. Maka untuk mengantisipasi hal tersebut perlu di cari media alternatif untuk pertumbuhan jamur merang . Alternatif tambahan yang di gunakan sebagai media tambahan jamur merang adalah dengan memanfaatkan tanaman eceng gondok, kardus dan klaras.

Media pertumbuhan jamur merang ditujukan sebagai penyedia nutrisi bagi pertumbuhan serta produktifitas jamur merang.

Bahan Dasar media pertumbuhan jamur merang meliputi : Jerami padi, Limbah batang aren (onggok), Kapur, Bekatul(dedak), Effective microorganism (EM-4), Air. Pada penelitian ini ditambahkan limbah organik.

1. Eceng gondok saat ini masih dimanfaatkan sebagai briket, pupuk, kompos, pupuk cair, pakan ternak, kerajinan tangan, bahan pembuat kertas dan bahan pembuat etanol. Kandungan hemiselulosa dan selulosa yang cukup tinggi serta kemampuan berkembang biak yang sangat cepat, adaptasinya yang tinggi terhadap lingkungan, sehingga mudah diperoleh sepanjang tahun, membuat eceng gondok berpotensi digunakan sebagai bahan tambahan pada media tanam untuk budidaya jamur merang. Kandungan Eceng Gondok Dalam 100% Berat Kering, yaitu 30-55% Selulosa dan 64,51% Hemiselulosa (Kriswiyanti Dan Endah, 2009).
2. Air cucian beras (Leri)
Air leri merupakan air bekas pencucian beras yang mengandung banyak nutrisi yang terlarut di dalamnya. Menurut Puspitarini (2011), air leri memiliki kandungan nutrisi diantaranya karbohidrat berupa pati sebesar 89%-90%, protein glutein, selulosa, hemiselulosa, gula dan vitamin B yang banyak terdapat pada pericarpus dan aleuron yang ikut terkikis. Kandungan nutrisi beras yang tertinggi terdapat pada bagian kulit ari yang ikut bersama air cucian. Sekitar 80% vitamin B1, 70% vitamin B3, 90% vitamin B6, 50% mangan (Mn), 50% Fosfor (P), 60% zat besi (Fe), 100% serat, dan asam lemak esensial (Munawaroh, 2010). Unsur hara fosfor diperlukan oleh jamur untuk membentuk bagian-bagian vegetative seperti tudung, tubuh jamur, dan akar (Warisno dan Dahana, 2010). Eceng gondok Karena dalam 100% berat keringnya, eceng gondok memiliki kandungan hemiselulosa mencapai 30-55% (Nigam, 2002) dan

selulosa 64,51% (Kriswiyanti dan Endah, 2009). Sedangkan air leri mengandung mineral, vitamin B1, B12, unsur hara N, P.

- c Klaras merupakan bagian dari tanaman pisang yang keberadaannya belum diperhatikan padahal mengandung hemiselulosa tinggi sehingga dapat dijadikan media tanam jamur. Dari hasil penelitian Nelson (2008), nutrisi daun pisang terdiri dari nitrogen 2,8-3,1%; fosfor 18-0,21%; kalsium 0,6-1%; sulfur 0,22-0,25%; kalium 3,2-3,5%.

Berdasarkan uraian tersebut di atas perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui: 1) Pengaruh media tumbuh limbah organik (penambahan air leri dan eceng gondok, klaras, serta kardus) dalam meningkatkan pertumbuhan miselium jamur merang pada media baglog. 2) Pengaruh media tumbuh limbah organik (penambahan leri dan eceng gondok, klaras, serta kardus) dalam meningkatkan jumlah badan buah jamur merang pada media baglog. 3) Pengaruh media tumbuh limbah organik (penambahan leri dan eceng gondok, klaras, serta kardus) dalam meningkatkan produktivitas jamur merang pada media baglog

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium jamur Prodi P. Biologi FKIP-UMS, pada Agustus 2015 sampai dengan Mei 2016. Variabel Penelitian, yaitu variabel bebas: limbah organik (penambahan air leri, daun klaras, dan eceng gondok dan variabel terikat: produktivitas jamur merang. Alat yang digunakan yaitu alat-alat untuk fermentasi, pembuatan log, sterilisasi, inokulasi, merawat jamur tiram putih dan pembuatan media. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu: serbuk kayu

sengon 100% (200g), bekatul 10% (20g), Calcit (), 4% (8g), dan air 70% terhadap masing-masing perlakuan pada 1 baglog, gas, dan air, alkohol 70%.

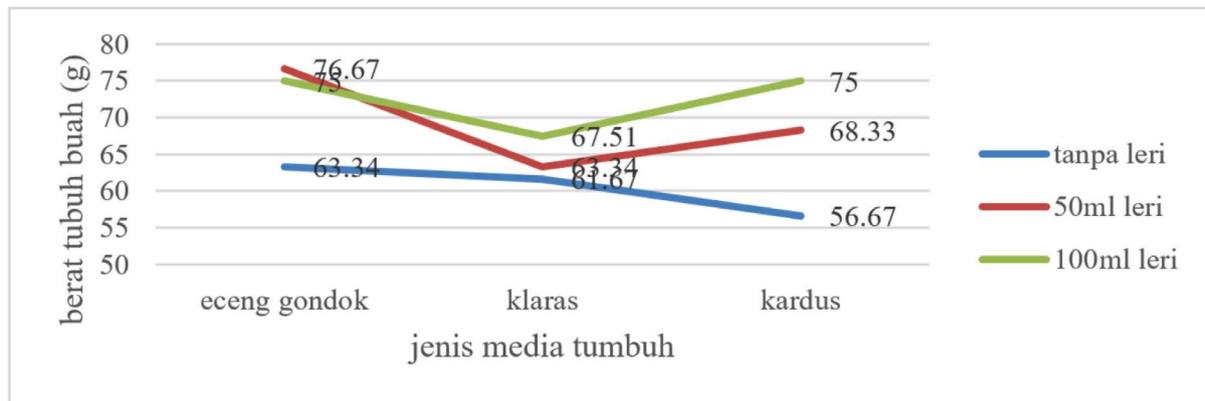
Pelaksanaan penelitian ini ada beberapa tahapan, yaitu: 1) tahap persiapan dengan melakukan fermentasi media yang digunakan selama dua-tiga hari, selanjutnya hasilnya dimasukkan kedalam baglog (3kg), bagian atas kantong plastik diberi cincin paralon dan ditutup dengan kapas. 2) Sterilisasi, dilakukan menggunakan autoklaf dengan suhu 121⁰ selama 15 meni. Media yang telah disterilkan kemudian didinginkan selama 24 jam agar bibit yang ditanam tidak mati. 3) Setelah dingin maka dilakukan inokulasi bibit jamur tiram dan diinkubasikan ke dalam ruang inkubasi yang diatur suhu (20-23⁰C) dan kelembabannya. 4) Pemeliharaan dilakukan dengan suhu berkisar antara 18-20⁰ C dengan kelembaban 80-90%. Menyiram kumbung menggunakan air bersih agar kelembaban tetap terjaga. Diamati dan dicatat waktu yang diperlukan dari munculnya miselium sampai pertumbuhan miselium optimum (100% baglog ditumbuhi miselium). Pengamatan dilakukan untuk melihat pertumbuhan miselium (hari), pertumbuhan jamur per 3 hari dengan indikator pertumbuhannya mencapai 30%, 60% dan 100%.

Dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari 2 faktor yaitu, 1 Faktor 1: volume air leri 0 ml (L0), air leri 50 ml (L1), dan volume air leri 100 ml (L2) dan Faktor 2: Limbah pertanian: Enceng gondok (M1), klaras (M2), dan (M3) kardus. Masing-masing perlakuan dengan 2 kali ulangan. Parameternya yaitu, berat basah tubuh buah jamur merang (g). Tubuh buah jamur yang siap panen yaitu berumur 4-6 hari dari saat

mulai tumbuh bakal jamur sampai jamur tumbuh besar, dicabut dan dibersihkan dari media tanam. Ditimbang, diamati dan dicatat berat keseluruhan jamur tiram pada panen I dan II. Data di analisis dengan analisis Diskripstif Kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rerata berat basah jamur merang dengan penambahan limbah organik (enceng gondok, klaras, dan kardus) sebanyak 125 g, dan air cucian beras (leri) 0 ml, 50 ml, 100 ml dari panen ke-1 dan panen ke-2 grafi 1.



Grafik 1. Rerata berat tubuh buah jamur merang (g) dengan perlakuan penambahan jenis media pertanian dan air leri.

Pada grafik.1 diperoleh hasil berat tubuh buah jamur merang terbaik yaitu, perlakuan M_1L_2 (klaras 125 g dan penambahan air leri 100 ml) yaitu 67,51 g, sedangkan berat tubuh buah jamur merang paling rendah yaitu perlakuan M_1L_0 , yaitu 61,67 g. Hal ini dimungkinkan karena klaras mengandung Selulosa 20,5-23,5 %, hemiselulosa 17,1-24,2 %, dan lignin 4,5-10,4% (Wina (2001). Komponen tersebut dapat sebagai nutrisi tambahan yang membantu untuk pertumbuhan berat tubuh buah jamur merang.

Sedangkan leri terdapat kandungan zat yang mendukung dalam produktivitas berat tubuh buah jamur merang, yaitu fosfor, nitrogen, kalsium, vitamin B1, carbon, dan sulfur. leri merupakan air bekas pencucian beras yang mengandung banyak nutrisi yang terlarut di dalamnya. Menurut Puspitarini (2011), air leri memiliki kandungan nutrisi yaitu, karbohidrat berupa pati sebesar 89-90%. Munawaroh, 2010, air leri mengandung 80% vitamin B1, 70% vitamin B3, 90%

vitamin B6, 50% mangan (Mn), 50% Fosfor (P), 60% zat besi (Fe), 100% serat, dan asam lemak esensial.

Unsur hara fosfor diperlukan oleh jamur untuk membentuk bagian-bagian vegetative seperti tudung, tubuh jamur, dan akar (Warisno dan Dahana, 2010). Karbon (C) sebagai unsur dasar pembentukan sel dan sebagai sumber energi untuk metabolisme sel. Nitrogen diperlukan dalam sintesis protein, untuk pembentukan lemak serta berguna untuk mempercepat pertumbuhan jamur. Vitamin diperlukan sebagai katalisator dan bahan tambahan atau suplemen sehingga pertumbuhan jamur menjadi lebih baik. (Djariyah dan Djariyah 2011 dalam Kalsum, 2011). Mayun (2007), daun pisang merupakan media tubuh yang terbaik bagi pertumbuhan jamur merang, Data tersebut juga didukung oleh penelitian Suparti dan Pakarti Arum Kinasih (2015), bahwa penambahan klaras (250 g) dan leri (50 ml) dapat meningkatkan produktivitas jamur merang dalam baglog.

1. Pertumbuhan jamur merang pada media Kardus.

Berdasarkan grafik 1 diperoleh hasil perlakuan terbaik berat tubuh buah jamur merang adalah perlakuan M2L2 (media kardus dengan penambahan air leri 100 ml) yaitu 75,00 g, sedangkan berat tubuh buah jamur merang paling rendah adalah perlakuan M2L0 (media kardus tanpa penambahan air leri) yaitu 56,67 g. Hal ini dimungkinkan kardus sebagai produk olahan dari kayu, yang mengandung selulosa yang sangat diperlukan untuk jamur tumbuh. Hasil tersebut selaras dengan penelitian Suparti dan Pramita Restu Murti (2015), bahwa ada pengaruh penambahan media (kardus 375 g) dan air leri (50 ml) terhadap berat tubuh buah dan jumlah tubuh buah jamur merang. Hal itu dimungkinkan karena kardus merupakan produk olahan dari kayu sehingga kardus memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan air leri terdapat kandungan nitrogen, karbohidrat (selulosa dan glukosa), vitamin B1, carbon, dan sulfur semua zat tersebut sebagai pendukung pertumbuhan jamur merang. Selulosa merupakan faktor terpenting yang dibutuhkan dalam pertumbuhan jamur merang.

Kardus dan leri sangat berpengaruh dalam pertumbuhan berat tubuh buah jamur merang karena kedua bahan tambahan tersebut sama-sama mengandung selulosa dan sama-sama menambah unsur hara dalam pertumbuhan jamur merang, sehingga dapat membantu pertumbuhan berat tubuh jamur merang. Kandungan nutrisi pada setiap baglog yang berbeda menyebabkan berat tubuh buah jamur merang tiap baglog berbeda.

Hasil ini didukung oleh Suharjo (2010) Memanfaatkan kardus bekas menjadi media tanam jamur merang menjadi alternatif bisnis jamur yang dipilih beberapa orang karena jamur merang yang dihasilkan ternyata lebih bagus dan lebih berkualitas. Pemberian tambahan air leri dengan konsentrasi yang berbeda juga berpengaruh terhadap jumlah tubuh buah jamur merang. Penambahan leri dengan konsentrasi 50 ml lebih banyak jumlah tubuh buah jamurnya dari pada penambahan leri dengan konsentrasi 100 ml dan tanpa penambahan leri. Hal ini dikarenakan jamur merang tumbuh pada kondisi media tanam yang tidak banyak mengandung air tetapi lembab. Apabila media tanam jamur merang terlalu banyak mengandung air maka yang terjadi jamur akan mudah membusuk sebelum berkembang.

2. Pertumbuhan jamur merang pada media Enceng gondok

Rerata berat tubuh buah jamur merang grafik 1, menunjukkan berat badan buah terbaik adalah pada perlakuan M3L1 dan M3L2 (enceng gondok 125 g + leri 50 ml), yaitu 76,67 g dan 75,00g, hasil tersenut lebih baik dibandingkan dengan M3L0 yaitu 60,67 g. Enceng gondok dan air leri sangat berpengaruh dalam pertumbuhan berat tubuh buah jamur merang. Hal itu karena kedua bahan tambahan tersebut sama-sama mengandung selulosa dan sama-sama menambah unsur hara dalam pertumbuhan jamur merang, sehingga dapat membantu pertumbuhan berat tubuh jamur merang.

Kandungan nutrisi enceng gondok sama dengan rumput gajah, yakni protein kasar 10-14 persen, serat

kasar 32-47 persen, lemak kasar dan kadar abu sekitar 7-12 persen. Hasil penelitian terdapat perbedaan berat tubuh buah jamur merang satu dengan yang lainnya, hal tersebut terjadi karena factor penambahan nutrisi pada setiap perlakuan pada baglog yang berbeda. Hasil ini di dukung oleh Aini (2013), menyatakan bahwa Penambahan eceng gondok pada media tanam dapat meningkatkan nutrisi yang dibutuhkan oleh jamur, mempunyai pertumbuhan miselium yang lebih cepat, sehingga mempunyai cadangan energi yang cukup untuk menghasilkan berat segar yang optimal. Oleh karena itu, miselium yang telah memenuhi media tanam lebih cepat akan mensuplai nutrisi lebih awal dibandingkan dengan media tanam yang miseliumnya belum penuh. penambahan eceng gondok lebih banyak memiliki kadar air yang lebih tinggi. Sehingga menyebabkan pertumbuhan miselium lebih lambat. Menurut Nana Dwi Anggraini (2015), penambahan eceng gondok 125 g dan leri 50 ml menghasilkan berat tubuh buah yang lebih baik dibandingkan dengan penambahan eceng gondok 250 g dan media yang tanpa penambahan air leri maupun yang di tambahkan air leri 100 ml.

Eceng gondok dan leri sangat berpengaruh dalam pertumbuhan berat tubuh buah jamur merang karena kedua bahan tambahan tersebut sama-sama mengandung selulosa dan sama-sama menambah unsur hara dalam pertumbuhan jamur merang, sehingga dapat membantu pertumbuhan berat tubuh buah jamur merang.

Penambahan leri dengan konsentrasi 50 ml menghasilkan berat tubuh buah jamur merang

yang terbaik dari pada penambahan 100 ml atau tanpa penambahan leri. Hal ini karena media tanam jamur merang tidak memerlukan air yang terlalu banyak, apabila terlalu banyak mengandung air maka akan menyebabkan pembusukan pada jamur. Menurut Fatimah (2008), leri memiliki kandungan mineral, vitamin B1, B12, unsur hara N,P,K,C, zat besi dan fosfor yang baik dipakai untuk nutrisi dalam budidaya jamur merang.

Pada penelitian ini, media yang digunakan untuk menumbuhkan jamur merang adalah adalah media baglog yang tidak lazim digunakan untuk budidaya jamur merang, yaitu menggunakan bedengan. Kandungan nutrisi pada setiap baglog yang berbeda menyebabkan berat tubuh buah jamur merang tiap baglog berbeda. Menggunakan teknik media tanam yang baru ini, yaitu menanam jamur merang pada baglog diperoleh jamur merang memiliki warna lebih putih, baunya lebih wangi dan kekenyalannya terasa lebih padat. Hasil ini didukung oleh Suharjo (2010) Memanfaatkan kardus bekas menjadi media tanam jamur merang menjadi alternatif bisnis jamur yang dipilih beberapa orang karena jamur merang yang dihasilkan ternyata lebih bagus dan lebih berkualitas jika dibandingkan dengan jamur merang yang ditanam pada bedengan, warnanya tidak lagi bau kotoran hewan, warnanya tidak kusam dan kekenyalannya terasa lebih padat. Hal tersebut agak berbeda dengan jamur yang dikembangkan melalui media merang atau jerami, yang cenderung menghasilkan warna kecokelatan dan berbau agak langu. Meskipun produktivitasnya kurang

maksimal jika dibandingkan dengan cara bedengan.

Menurut pendapat Adiyuwono (2002), dalam budidaya jamur merang dipengaruhi juga oleh cara penanaman (penebaran) bibit. Para pembudidaya jamur merang pada umumnya melakukan penebaran bibit dengan menaburkan bibit diatas permukaan media, ternyata dengan menaburkan bibit diatas permukaan media tanam belum memberikan hasil yang maksimal, hal ini terlihat bahwa tidak semua titik dari permukaan media tanam jamur merang menghasilkan badan buah. Waktu pematangan miselium pada jamur merang yang ditanam pada baglog ini tidak bersamaan, sehingga waktu pemanenan tidak sama dan hasil jumlah tubuh buahnyaapun tidak sama pula.

PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: produksi jamur merang yang ditumbuhkan dalam baglog ditambahkan limbah organik yang terdiri atas klaras, kardus dan enceng gondok, dan leri yang terbaik, yaitu pada perlakuan: M₁L₂(klaras 125 g dan penambahan air leri 100 ml) yaitu 67,51 g, M₂L₂ (media kardus dengan penambahan air leri 100 ml) yaitu 75,00 g dan perlakuan M₃L₁ (enceng gondok 125 g + leri 50 ml), yaitu 76,67 g. Sedangkan berat tubuh buah jamur merang paling rendah pada perlakuan M₁L₀, yaitu 61,67 g, M₂L₀ (media kardus tanpa penambahan air leri) yaitu 56,67 g, dan M₃L₀ yaitu 60,67 g.

2. Saran

Perlu dilakukan penelitian yang membandingkan produktivitas jamur merang secara bedengan dan baglog untuk menguji kualitas jamur merang dan produktivitas jamur merang.

Pemberian air saat pengomposan bila terlalu banyak akan mempengaruhi pertumbuhan jamur merang sehingga pertumbuhan jamur merang menjadi terhambat.

DAFTAR PUSTAKA

- Astawan, Made. 2004. *Air Cucian Beras*. <http://scribd.com/doc/25950862/> Seminar-kimia. Diakses Sabtu, 24 Mei 2014.
- Belewu. 2005. Cultivation of mushroom (*Volvariella volvacea*) on banana leaves. *African Journal of Biotechnology* Vol. 4 (12), pp. 1401-1403, December 2005.
- Chazali, S. dan P. S. Pratiwi. 2010. *Usaha Jamur Tiram Skala Rumah Tangga*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Chang, S.T. and P.G. Miles. 1987. *Edible Mushroom and Their Cultivation*. CRC Press. Boca Raton Florida
- Houston, D.F. and G.O. Kohler, 1982. *Nutritional Properties Of Rice*. National Academy Of Science Washington DC.
- Howard RL, et. al. 2003: *Lignocellulose biotechnology: issues of bioconversion and enzyme production*. *African Journal of Biotechnology*, Volume 2, No.12, Page 602-619.
- Herlina, Ninuk, dkk. 2010. *Kajian Macam Media Tumbuh Terhadap Hasil Jamur Merang (*Volvariella volvacea*)*. *Jurnal Ilmu Hayati*, Volume 22, No.8, Halaman 51-57. Malang: Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya Malang.

- Irawati, Metti, dkk. 1999. *Campuran Kapas dan Kelaras Pisang Sebagai Media Tanam Jamur Merang*. Jurnal Mikrobiologi Indonesia, Volume 4, No.1, Halaman 27-29. Bogor: Jurusan Biologi FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Indriani, Yovita Hety. 1999. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.
- Irianto, Yuli. Dkk. 2008. *Pertumbuhan, Kandungan Protein, dan Sianida Jamur Kuping (Auricularia polytricha) pada Medium Tumbuh Serbuk Gergaji dan Ampas Tapioka dengan Penambahan Pupuk Urea*. Jurnal Bioteknologi, Volume 5, No. 2, Halaman 43-50. Surakarta: Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Jalaludin, Samul Rizal. 2005. *Pembuatan Pulp dari Jerami Padi Menggunakan Natrium Hidroksida*. Jurnal Sistem Teknik Industri, Volume 6, No.5. Lhokseumawe: Jurusan Teknik Kimia Universitas Malikussalaeh Lhokseumawe.
- Kalsum, Ummu, dkk. 2011. *Efektifitas Pemberian Air Leri Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Tiram Putih (Pleurotus ostreatus)*. Jurnal Agroteknologi, Volume 4, No.2, Halaman 86-92. Madura: Universitas Trunojoyo.
- Mayun, Ida Ayu. 2007. *Pertumbuhan Jamur Merang (Volvariella volvaceae) pada Berbagai Media Tumbuh*. Jurnal Pertanian, Volume 3, No.3, Halaman 124-128. Denpasar. Fakultas Pertanian Universitas Udayana.
- Nurhayati, Arin. 2008. *"Efektifitas Penyiraman Ekstrak Kulit Kacang Hijau Dan Air Cucian Beras (Leri) Terhadap Pertumbuhan Sansiviera trifasciata"*. (Skripsi S-1 Progd Biologi). Surakarta: FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Puspaningrum, Indah. 2013. *Produksi Jamur Tiram Putih (Pleurotus ostreatus) Pada Media Tambahan Molase Dengan Dosis Yang Berbeda*. Jurusan Pendidikan Biologi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Puspitarini, Margaret. 2011. *Air cucian Beras Bisa Tumbuhkan Tanaman*. <http://kampus.okezone.com/read/2011/10/18/372/517127/air-cucian-beras-bisa-suburkan-tanaman.html>. Diakses Senin, 24 Mei 2014.
- Setyorini, Anggita Utomo. 2013. *"Pengaruh Penambahan Limbah Ampas Tebu Dan Serabut Kelapa Terhadap Produktivitas Jamur Merang (Volvariella volvaceae)"* (Skripsi S-1 Progd Biologi). Surakarta: FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Suhardiman, P, 1980. *Jamur Merang dan Mushroom*. pusat Penelitian Yayasan Sosial Tani Membangun, Jakarta.
- Suharjo, Enjo. 2010. *Bertanam Jamur Merang di Media Kardus, Limbah Kapas, dan Limbah Pertanian*. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.
- Sumiati, E, dan Diny Djuariah. 2007. *Teknologi Budidaya dan Penanganan Pascapanen Jamur Merang, Volvariella volvacea*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Widiyastuti, B. 2008. *Budidaya Jamur Kompos: Jamur Merang, Jamur Kancing*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Yuliani, Farida. 2013. *Pertumbuhan dan Produksi Jamur Merang (Volvariella volvaceae) yang Ditanam pada Media Jerami, Blotong, dan Ampas Tebu dengan Berbagai Frekuensi Penyiraman. (Skripsi S-1 Fakultas Pertanian)*. Kudus: UMK.

Zuyasna, Mariani Nasution, dan Dewi Fitriani. 2011. *Pertumbuhan dan Hasil Jamur Merang Akibat Perbedaan Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Super A-1 (Agroteknologi Fakultas Pertanian)*. Universitas Syariah Kuala Darussalam. Aceh.

KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI PESISIR PANTAI DESA PANGGUNG KECAMATAN KEDUNG KABUPATEN JEPARA

Nisrina Arifatul Izzah, Efri Roziaty

Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta, 57162

Email: er375@ums.ac.id

Abstract

This research was about the macrozoobenthos diversity in Panggung beach, Kedung, Jepara conducted in March until April 2016. The purpose of this research was to investigate the rate of diversity macrozoobenthos. This research was using purposive sampling to determine the location and using line transect to determine plots. There were two main station 1 and stations named station I and station II. The study found 6 species consist of 2 species Bivalvia class (Phylum Mollusca), they were Anadara granosa dan Scrobicularia plana, 2 Species Gastropoda (Phylum Mollusca), they were Turritella nivea and Quoyia decollata, 1 from Crustacea (Phylum Arthropoda) it was Penaeus indicus and 1 from Polychaeta Class (Phylum Annelida) it was Arenicola marina. Species composition, c population density, diversity and evenness of species macrozoobenthos communities in the station 1 higher than station 2. The result of analyze founded Indeks of diversity (H') macrozoobentos in station I (1,52) and station II (1,47). Both stations showed the result $1 < H < 2$ indicate low diversity and the quality of sea water environment a half polluted. The environmental quality of sea in seashore around Panggung beach, Kedung Jepara needs attention to reduce the impact of environmental pollution.

Keywords: diversity, macrozoobenthos, panggung village

Abstrak

Penelitian tentang Penelitian ini tentang keanekaragaman makrozoobentos di pesisir pantai Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara yang dilaksanakan pada Maret – April 2016. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman makrozoobentos. Penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* dalam penentuan lokasi stasiun penelitian dan pembuatan plot menggunakan metode line transect. Stasiun penelitian terdiri dari dua stasiun yakni Stasiun I dan Stasiun II. Hasil Penelitian di temukan 6 spesies makrozoobentos terdiri dari 2 jenis dari Classis Bivalvia (Fillum Mollusca) yaitu spesies Anadara granosa dan Scrobicularia plana, 2 jenis dari Classis Gastropoda (Fillum Mollusca) yaitu spesies Turritella nivea dan Quoyia decollata, 1 jenis dari classis Crustacea (Fillum Arthropoda) yaitu Penaeus indicus, dan 1 jenis dari Classis Polychaeta (Fillum Annelida) yaitu Arenicola marina. Komposisi spesies, kepadatan populasi, keanekaragaman dan keseragaman dari komunitas makrozoobentos bahwa stasiun I lebih tinggi dari stasiun II. Terlihat pada hasil indeks keanekaragaman (H') makrozoobentos di stasiun I (1,52) dan stasiun II (1,47). Kedua stasiun mengindikasikan bahwa keanekaragaman rendah dan kondisi kualitas lingkungan perairan dalam keadaan setengah tercemar. kualitas perairan laut di sekitar pesisir pantai desa Panggung kecamatan Kedung kabupaten Jepara membutuhkan perhatian untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

Kata kunci: keanekaragaman, makrozoobentos, desa panggung

PENDAHULUAN

Perairan pesisir Jepara merupakan daerah intertidal, dimana daerah itu merupakan zona dangkal dari samudra yang bersisian dengan daratan dan terletak di antara garis pasang naik dan

pasang surut (Mardianto,2014). Air laut merupakan komponen penting dalam komoditi lingkungan kawasan pesisir pantai. Aktivitas manusia dengan adanya pertumbuhan dan populasi yang tinggi di kawasan pesisir menimbulkan

permasalahan bagi kelestarian lingkungan hidup. Kawasan pesisir pantai merupakan tempat bertemunya daratan dan air laut. Kawasan pesisir dan laut di Indonesia memegang peranan penting, kawasan pesisir memiliki nilai strategis berupa potensi sumberdaya alam dan jasa-jasa lingkungan yang disebut sumberdaya pesisir. Sumber daya kawasan pesisir pantai merupakan lahan industri yang mampu meningkatkan pertumbuhan ekonomi di Indonesia (Marpaung, 2013).

Kawasan pesisir pantai sekarang ini sering di jadikan lahan industri seperti kawasan pesisir di daerah Jepara tepatnya di Desa Panggung Kecamatan Kedung yang kawasan pesisirnya merupakan tambak penghasil garam. Menurut Mardianto (2014) perusahaan area lahan tambak garam di kembangkan di wilayah kecamatan Kedung salah satu daerah perusahaan area tambak yaitu desa Panggung. Tambak garam merupakan kegiatan industrial yang mampu di unggulkan sebagai pengembangan lahan di sepanjang pesisir pantai wilayah pesisir kabupaten Jepara. Pengembangan lahan tambak garam memungkinkan terjadinya pencemaran dan kepunahan biota laut serta rusaknya ekosistem pesisir di sekitar pesisir pantai Desa Panggung, Kecamatan Kedung, Kabupaten Jepara.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel makrozoobentos di laksanakan di perairan laut sekitar

pesisir pantai desa Panggung kecamatan Kedung kabupaten Jepara yang di bagi menjadi dua stasiun yaitu stasiun I (daerah pesisir yang jauh dari tambak garam) dan stasiun II (daerah pesisir yang dekat dengan tambak garam), setiap stasiun terdiri dari lima sub stasiun untuk mewakili stasiun penelitian. Penentuan stasiun dilakukan secara *Purposive Sampling Method* (penempatan titik sampel dengan teknik survei). Penelitian dilaksanakan bulan Maret sampai April 2016. Jenis Penelitian ini adalah eksploratif kuantitatif. Jenis data yang diambil adalah 1) Data Makrozoobentos meliputi Kelas, Ordo, Familia, Genus dan Spesies yang didapatkan di perairan laut sekitar pesisir pantai desa Panggung. 2) Data habitat, meliputi: Tanggal dan waktu pengambilan data, nama lokasi, suhu air laut, salinitas air laut, pH air laut dan DO air laut. Analisis data meliputi a) perhitungan Kepadatan Populasi (KP). b) perhitungan Indeks Keanekaragaman. c) perhitungan Indeks Keseragaman Krebs (E).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Abiotik di Pesisir Pantai Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara

Hasil pengukuran terhadap faktor abiotik sekitar pesisir pantai Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara pada Tabel 1, dibawah ini:

Tabel 1. Faktor Abiotik Pesisir Pantai Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara

| Parameter | Stasiun I | Stasiun II |
|---------------|-----------------------|------------------|
| FISIKA | | |
| Suhu (°C) | 28-30 | 30-32 |
| Salinitas (‰) | 30-31 | 31-32 |
| Sedimen | Lempung liat berpasir | Lempung berpasir |
| KIMIA | | |
| pH | 6.5-6.8 | 6-6.5 |
| DO (mg/L) | 3.8-4 | 2.6-3 |

Berdasarkan tabel 1 faktor abiotik perairan berupa suhu perairan terlihat bahwa kondisi suhu perairan di laut pada rentang 28–32 °C yang diukur menggunakan thermometer. Pada stasiun I suhu perairan berkisar 28–30 °C dan stasiun II suhu perairan berkisar 30–32 °C. Menurut Ihlas (2001) menyatakan bahwa suhu yang di tolerir untuk makrozoobentos berakomodasi terhadap lingkungannya berkisar antara 25–53°C. Sedangkan menurut hasil penelitian Zahidin (2008) menyatakan bahwa suhu perairan yang optimal untuk pertumbuhan hewan-hewan makrozoobentos berkisar antara 25–35° C. Hewan-hewan makrozoobentos mampu beradaptasi dengan suhu perairan di pesisir pantai Desa Panggung.

Berdasarkan tabel 1 salinitas perairan terlihat bahwa kondisi salinitas perairan di laut pada rentang 30–32 ‰ yang diukur menggunakan refraktometer. Pada stasiun I salinitas perairan berkisar 30–31 ‰ dan stasiun II salinitas perairan berkisar 31 –32 ‰. Menurut Mudjiman (1981) menyatakan bahwa kisaran salinitas yang dianggap layak bagi kehidupan makrozoobentos berkisar 15-45‰, karena pada perairan yang bersalinitas rendah maupun tinggi dapat ditemukan makrozoobentos seperti siput, cacing (Annelida) dan kerang-kerangan. Sedangkan menurut hasil penelitian Marpaung (2013) menyatakan bahwa kisaran salinitas yang terukur ini masih sesuai untuk pertumbuhan makrozoobentos. Secara umum kisaran salinitas yang didapatkan di lokasi penelitian untuk setiap stasiun penelitian cukup bervariasi dengan kisaran nilai antara 15–30 ‰. Hewan – hewan makrozoobentos mampu beradaptasi dengan salinitas perairan di Desa Panggung.

Berdasarkan tabel 4.1 faktor abiotik perairan berupa pH perairan terlihat bahwa kisaran pH perairan laut pada rentang 6–7 yang diukur menggunakan pH meter. Pada stasiun I pH perairan berkisar 6,8–7 dan stasiun II pH perairan berkisar 6–6,5. Menurut Effendi (2003) menyatakan sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan. Organisme bentos menyukai nilai pH sekitar 7–8,5 pada lingkungan hidupnya, jika pH < 7 maka telah terjadi penurunan populasi hewan-hewan bentos. Sedangkan menurut hasil penelitian Asry (2014) menyatakan hasil sampling komunitas makrozoobentos mampu hidup pada kisaran pH 7–8 . Kondisi pada stasiun I dan II memiliki angka pH < 7 mengindikasikan keadaan lingkungan pada stasiun I dan II terindikasi adanya pencemaran di pesisir pantai Desa Panggung.

DO (*Dissolved Oxygen*) yang artinya oksigen terlarut dalam perairan. Berdasarkan tabel 4.1 DO perairan atau oksigen terlarut dalam perairan laut berkisar antara 2,6–4 yang diukur menggunakan DO meter. Pada stasiun I DO perairan berkisar antara 3,8–4 mg/l dan stasiun II DO perairan berkisar antara 2,6–3 mg/l. Menurut Saparinto (2007) menyatakan bahwa kadar DO yang sangat dibutuhkan oleh makrozoobentos berkisar 4,00–6,00 mg/l. Semakin besar kadar DO dalam suatu ekosistem, maka semakin baik pula kehidupan makrozoobentos yang mendiaminya. Berdasarkan hasil penelitian Marpaung (2013) menyatakan bahwa kisaran DO perairan yang menunjang komunitas sampel makrozoobentos berkisar antara 4–6 mg/l. Nilai DO tersebut masih dalam kondisi normal untuk menunjang kehidupan makrozoobentos. Kondisi pada sebagian plot stasiun I dan stasiun II

memiliki angka DO < 4 mengindikasikan keadaan lingkungan pada sebagian stasiun I dan II terindikasi adanya penurunan angka kadar oksigen yang mengindikasikan pencemaran di pesisir pantai Desa Pangung.

Berdasarkan pengukuran faktor Abiotik perairan laut. Faktor Abiotik seperti suhu perairan dan salinitas pada kedua stasiun masih sangat menunjang komunitas makrozoobentos untuk hidup. Namun pada pengukuran

faktor Abiotik perairan laut berupa pH dan DO perairan kedua stasiun mengindikasikan adanya cemaran dalam perairan di desa Pangung kecamatan Kedung kabupaten Jepara.

Keanekaragaman Makrozoobentos

Hasil pengukuran terhadap faktor abiotik sekitar pesisir pantai Desa Pangung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara terlihat pada Tabel 2, di bawah ini:

Tabel 2. Data Keanekaragaman Makrozoobentos di Pesisir Pantai Desa Pangung

| Kelas | Ordo | Familia | Spesies | Jumlah Spesies | | N |
|------------|-----------------|---------------|----------------------------|----------------|------------|----|
| | | | | Stasiun I | Stasiun II | |
| Polychaeta | Capitellida | Arenicolidae | <i>Arenicola marina</i> | 5 | 15 | 20 |
| Bivalvia | Arcoida | Arcidae | <i>Anadara granosa</i> | 80 | 8 | 88 |
| Bivalvia | Veneroidea | Semelidae | <i>Scrobicularia plana</i> | 50 | 3 | 53 |
| Gastropoda | Mesogastropoda | Turritellidae | <i>Turritella nivea</i> | 15 | 25 | 40 |
| Gastropoda | Neotaenioglossa | Planaxidae | <i>Quoyia decollate</i> | 20 | 30 | 50 |
| Crustacea | Decapoda | Penaide | <i>Penaeus indicus</i> | 40 | 2 | 42 |

Berdasarkan tabel 2 diperlihatkan bahwa makrozoobentos yang teridentifikasi sebanyak 6 spesies yang tersebar pada 2 stasiun. Keenam spesies makrozoobentos tersebut terdiri dari 2 jenis dari kelas Bivalvia (Fillum Mollusca), 2 jenis dari kelas Gastropoda (Fillum Mollusca), 1 jenis dari kelas Crustacea (Fillum Arthropoda) dan 1 jenis dari kelas Polychaeta (Fillum Annelida) dari 293 individu yang di temukan. Hasil penelitian berdasarkan jenis yang di temukan sesuai dengan pendapat Nybakken pada tahun 1992 dijelaskan bahwa komunitas hewan makrobenthos merupakan hewan dasar yang hidup di endapan dasar perairan, baik merayap, menggali atau melekat pada substrat (*sessile*). Kelompok organisme dominan yang menyusun makrofauna di dasar perairan biasanya terdiri dalam 4 kelompok: Kelas Polychaeta, Kelas

Crustacea, Kelas Bivalvia dan Kelas Gastropoda. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian Zahidin (2008) kelompok Kelas yang di temukan terdiri dari 2 jenis dari kelas Gastropoda, 1 jenis dari kelas Crustacea, 3 jenis dari kelas Polychaeta dan 5 jenis dari kelas Bivalvia dari 300 individu yang di temukan.

Berdasarkan tabel 4.2 jenis individu makrozoobentos yang terbanyak yakni Kelas Bivalvia seperti kelompok spesies *Anadara granosa* dan *Scrobicularia plana*. Kelas Bivalvia merupakan kelompok hewan makrozoobentos yang paling sering di temukan, menurut Romimohtarto (2001) menjelaskan bahwa hewan-hewan kelas Pelecypoda (Bivalvia) hidup dengan cara menggali dan melekat langsung pada substrat. Ada dua cara untuk kelompok kelas ini melekat pada substrat yaitu dengan semen dan atau bahan seperti benang.

Pelecypoda biasanya menyukai substrat yang halus berupa pasir berlumpur. Menurut Oemarjati (1990) menjelaskan bahwa *Anadara granosa* merupakan epibentos karena memiliki kemampuan menempel pada substrat dengan membentuk benang bisus. Selain itu, menurut penelitian Marpaung (2013) Kelas Pelecypoda (Bivalvia) kelompok makrozoobentos dengan jumlah jenis terbesar yang di temukan dengan presentase 70 % dari 1949 individu yang ditemukan.

Berdasarkan tabel 3 jenis individu makrozoobentos yang paling sedikit yakni Kelas Polychaeta yaitu spesies *Arenicola marina*. Kelas Polychaeta merupakan hewan yang sedikit ditemukan seperti pada hasil penelitian Asry (2013) kelompok spesies *Glycera* sp. dan *Arenicola marina* (Polychaeta) merupakan jenis yang paling sedikit di temukan karena merupakan peliang pasir yang dalam sehingga sulit untuk di temukan. Selain itu, hasil penelitian Widyastuti (2011) menjelaskan bahwa hewan-hewan peliang seperti spesies *Arenicola marina* merupakan hewan makrozoobentos dengan jumlah terendah. Menurut Nybakken (1992) genus *Arenicola* merupakan kelompok Polychaeta pemakan deposit. *Arenicola* makan dengan cara menggali substrat, mencerna dan menyerap bahan organik (atau bakteri) dan mengeluarkan bahan sisa melalui Anus. *Arenicola marina* menggali saluran berbentuk U dalam sedimen serta bertahan dalam puluhan kilometer dalam kedalaman sedimen.

Berdasarkan Tabel 2 diperlihatkan bahwa makrozoobentos yang teridentifikasi sebanyak 6 spesies yang tersebar pada 2 stasiun. Keenam spesies

makrozoobentos tersebut terdiri dari 2 jenis dari kelas Bivalvia (Fillum Mollusca), 2 jenis dari kelas Gastropoda (Fillum Mollusca), 1 jenis dari kelas Crustacea (Fillum Arthropoda) dan 1 jenis dari kelas Polychaeta (Fillum Annelida) dari 293 individu yang di temukan, berdasarkan jenis dan jumlah yang ditemukan lebih sedikit dari jenis serta jumlah yang di temukan pada penelitian tentang makrozoobentos sebelumnya. Menurut hasil penelitain Fikri (2014) pada pantai desa Kartika Jaya kecamatan Patebon kabupaten Kendal variasi makrozoobentos yang di temukan yaitu terdiri dari Kelas Crustacea, Kelas Bivalvia dan Kelas Gastropoda. Komunitas terdiri dari 11 jenis dari kelas Gastropoda, 2 jenis dari kelas Bivalvia dan 2 jenis dari kelas Crustacea dari 842 individu yang ditemukan, selain itu menurut hasil penelitian Asry (2013) pada pantai kecamatan Pantai Labu kabupaten Deli Serdang menyatakan bahwa makrozoobentos yang diidentifikasi dalam penelitian ini terdiri atas 5 kelas yaitu: Crustacea terdiri atas 7 spesies, Polychaeta terdiri atas 1 spesies, Bivalvia terdiri atas 3 spesies, Gastropoda terdiri atas 25 spesies dari 2052 individu. Berdasarkan beberapa penelitian dia atas dapat di lihat bahwa jumlah angka jenis makrozoobentos yang di temukan di pesisir pantai Desa Panggung sangat sedikit.

Jenis dan jumlah spesies yang ditemukan sedikit berpengaruh pada kepadatan populasi, indeks keanekaragaman serta keseragaman. Hasil rekap kepadatan populasi, indeks keseragaman dan keanekaragaman ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Kepadatan Populasi, Keanekaragaman, dan Keseragaman Makrozoobentos di Pesisir Pantai Desa Panggung

| No | Spesies | Stasiun I | | | Stasiun II | | |
|----|----------------------------|-----------|------|------|------------|------|------|
| | | KP | H' | E' | KP | H' | E' |
| 1 | <i>Arenicola marina</i> | 0.02 | | | 0.07 | | |
| 2 | <i>Anadara granosa</i> | 0.36 | | | 0.04 | | |
| 3 | <i>Scrobicularia plana</i> | 0.22 | 1.52 | | 0.02 | 1.47 | |
| 4 | <i>Turritella nivea</i> | 0.06 | | 0.85 | 0.11 | | 0.82 |
| 5 | <i>Quoyia decollate</i> | 0.09 | | | 0.13 | | |
| 6 | <i>Penaus indicus</i> | 0.18 | | | 0.01 | | |

Berdasarkan tabel 3 diatas Kepadatan Populasi antara stasiun I dan II berbeda, kepadatan populasi pada stasiun I berkisar 0,02 – 0,36, sedangkan pada stasiun II kepadatan populasi berkisar 0,01 – 0,13. Stasiun I spesies yang memiliki angka kepadatan populasi tertinggi adalah spesies *Anadara granosa* dengan angka 0,36, sedangkan yang memiliki angka kepadatan populasi terendah adalah spesies *Arenicola marina* dengan angka 0,02. Berdasarkan hasil penelitian Islami (2013) menyatakan bahwa komunitas kelas Bivalvia memiliki rentang toleransi terhadap lingkungan. Kondisi lingkungan perairan yang sesuai dengan taraf hidup bivalvia yakni 24-31°C dan 15-35 ‰ dengan keadaan sedimen dasar perairan laut berupa sedimen berlumpur liat hingga berpasir. Pada stasiun II Spesies yang memiliki angka kepadatan populasi tertinggi adalah spesies *Quoyia decollata* dengan angka 0,13, sedangkan yang memiliki angka kepadatan populasi terendah adalah spesies *Penaus indicus* dengan angka 0,01. Menurut Asry (2013) menyatakan bahwa Gastropoda adalah kelas yang paling sukses dan mempunyai penyebaran yang sangat luas, mulai dari wilayah pasang surut sampai pada kedalaman 8.200 m dan mempunyai kemampuan beradaptasi terhadap kekeringan dan perubahan salinitas serta derajat keasaman (pH) dari tanah akibat pengaruh air laut dan

air tawar. Berdasarkan hasil terlihat terlihat stasiun I memiliki jumlah angka kepadatan populasi yang lebih tinggi dari stasiun II di bandingkan dengan jumlah angka kepadatan populasi antar stasiun, stasiun I berkisar antara 0,02-0,36 sedangkan stasiun II berkisar antara 0,01 – 0,13 dapat di artikan bahwa kepadatan populasi yang signifikan terdapat di stasiun I.

Berdasarkan tabel 3 di atas perhitungan Indeks Keanekaragaman dan Indeks Keseragaman pada stasiun I dan II memiliki perbedaan angka hasil dalam indeks keanekaragaman dan keseragaman. Pada stasiun I indeks keanekaragaman dan keseragaman yaitu H' sekitar 1,52 dan E' sekitar 0,85. Indeks keanekaragaman pada stasiun I bisa di kategorikan memiliki keanekaragaman rendah namun kualitas perairan setengah tercemar karena menurut persamaan Shanon-Wiener H' terdapat pada kisaran 1 –2, sedangkan indeks keseragaman dapat di artikan bahwa keseragaman tinggi menurut persamaan Krebs karena E' pada stasiun I berkisar antara 0,6-1. Pada stasiun II indeks keanekaragaman dan keseragaman yaitu H' sekitar 1,47 dan E' sekitar 0,82. Indeks keanekaragaman pada stasiun II bisa di kategorikan memiliki keanekaragaman rendah namun kualitas periran setengah tercemar, sedangkan indeks keseragaman dapat di artikan bahwa keseragaman tinggi

karena E' pada stasiun II berkisar antara 0,6–1. Menurut Lee, dkk (1975) dalam Fachrul(2007) menyatakan bahwa kategori Indeks keanekaragaman berdasarkan persamaan Shanon-Wiener dinyatakan sangat tinggi dan tidak tercemar berkisar >3 , tinggi dan tercemar ringan berkisar antara 2–3, rendah dan setengah tercemar berkisar antara 1 –2, sangat rendah dan tercemar berat berkisar <1 . Menurut Odum (1993) menyatakan bahwa indeks keseragaman Krebs (E') berkisar 0–1. Bila nilai mendekati 0 berarti keseragaman rendah karena adanya jenis lain yang sangat mendominasi, dan bila mendekati 1 berarti keseragaman tinggi karena menunjukkan bahwa tidak ada jenis yang mendominasi pada habitat tersebut. Menurut Indriyanto (2010) menyatakan bahwa indeks keanekaragaman dan keseragaman memiliki keterkaitan. angka indeks keanekaragaman (H') yang semakin tinggi memungkinkan terjadinya angka indeks keseragaman rendah karena keragaman dalam setiap komunitas baik secara genetik dan jenis dalam suatu habitat berbeda serta tidak seragam. Berdasarkan hasil dari tabel 3 di perlihatkan bahwa H' sekitar 1,47 – 1,52 dan E' 0,82-0,85 memperlihatkan bahwa keanekaragaman makrozoobentos di Desa Panggung rendah dan keseragamannya tinggi.

PENUTUP

1. Simpulan

Dari hasil penelitian terhadap keanekaragaman makrozoobentos di pesisir desa Panggung kecamatan Kedung kabupaten Jepara di dapatkan kesimpulan bahwa:

Faktor Abiotik berupa suhu dan salinitas yaitu suhu 28 - 32°C dan salinitas 30 - 32‰ masih normal untuk kehidupan makrozoobentos sedangkan Faktor Abiotik

berupa pH dan DO yaitu pH <7 dan DO 2,6 – 4 tidak dalam kondisi normal untuk kehidupan makrozoobentos yang mengindikasikan adanya pencemaran secara kimiawi. Jenis komunitas makrozoobentos di perairan laut desa Panggung ditemukan 6 spesies makrozoobentos terdiri dari 2 jenis dari kelas Bivalvia (Fillum Mollusca) yaitu spesies *Anadara granosa* dan *Scrobicularia plana*, 2 jenis dari kelas Gastropoda (Fillum Mollusca) yaitu spesies *Turritella nivea* dan *Quoyia decollata*, 1 jenis dari kelas Crustacea (Fillum Arthropoda) yaitu spesies *Penaeus indicus* dan 1 jenis dari kelas Polychaeta (Fillum Annelida) yaitu spesies *Arenicola marina*. Kepadatan Populasi di stasiun I berkisar 0,02 – 0,36 dan stasiun II 0,01 – 0,13 kepadatan populasi yang signifikan terdapat di stasiun I. Keanekaragaman (H') makrozoobentos di stasiun I (1,52) dan stasiun II (1,47). ,kedua stasiun menunjukkan hasil $1 < H < 2$ mengindikasikan bahwa keanekaragaman rendah dan kondisi lingkungan perairan di pesisir pantai Desa Panggung di indikasikan dalam keadaan setengah tercemar. Keseragaman (E') makrozoobentos di stasiun I (0,85) dan stasiun II (0,82) kedua stasiun menunjukkan hasil $0,6 < H < 1$ mengindikasikan bahwa keseragaman tinggi serta tidak ada jenis yang mendominasi.

2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat disampaikan pelaksana yaitu: Penelitian ini sebaiknya dilakukan pada musim kemarau dan kondisi air pasang untuk mengurangi faktor abiotik

yang menyebabkan terganggunya spesies makrozoobentos. Perlu dilakukan pengukuran kualitas perairan lebih akurat baik secara Fisika maupun kimia dengan mengukur arus, kecerahan, kekeruhan, sedimen, COD, BOD, kandungan mineral air laut. Untuk metode penelitian selanjutnya hendaknya dibuat zona-zona area pengambilan sampel.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada kepala Desa Panggung, kepala Kecamatan Kedung, kepala Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Jepara yang telah memberi izin untuk penelitian dan membantu jalannya penelitian dengan data yang diberi untuk menunjang pengkajian kualitas air laut melalui keanekaragaman makrozoobentos di pesisir pantai desa Panggung kecamatan Kedung kabupaten Jepara.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, A. M. (2003). *Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Asry, A., Yunasfi, & Harahap, Z. A. (2014). *Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: PT. Kanisius.
- Fachrul, M. F. (2012). *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ihlas. (2001). Struktur Komunitas Makrozoobentos Pada Ekosistem Hutan Mangrove di Pulau Sarapa Kecamatan Liukang Tupabiring Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan. *Aqua marine*, 35-42.
- Indriyanto. (2010). *Ekologi Hutan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Islami, M. M. (2013). Pengaruh Suhu dan Salinitas Terhadap Bivalvia. *Oseana*, 1-10.
- Mardianto, D. (2014). *Potensi Sumberdaya Pesisir Kabupaten Jepara*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Marpaung, A. A. (2013). *Keanekaragaman Makrozoobenthos Di Ekosistem Mangrove Silvofishery Dan Mangrove Alami Kawasan Ekowisata Pantai Boe Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar*. Makasar: Universitas Hasanuddin Makasar.
- Marwah, S. (2007). *Daerah Aliran Sungai (DAS) Sebagai Satuan Unit Perencanaan Pembangunan Pertanian Lahan Kering Berkelanjutan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Mudjiman. (1981). *Budidaya Udang - Udangan*. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.
- Nybakken, J. W. (1992). *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi Umum*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Oemarjati, B. S., & Wisnu, W. (1990). *Taksonomi Avertebrata*. Jakarta: UI press.
- Rahayu, A. C. (2007). *Keanekaragaman Mollusca Bercangkang (Gastropoda dan Pelecypoda) Di Daerah Pantai Tirta Samudra Kabupaten Jepara*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Romimohtarto, K., & Juwana, S. (2001). *Biologi Laut : Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Jakarta: Djambatan.
- Subiyanto, W. P., & Muskananfola, M. R. (2014). Kelimpahan Krustasea Berdasarkan Fase Bulan Di Perairan Pantai Jepara. *DIPONEGORO JOURNAL OF MAQUARES*, 188-196.
- Suryanto, & Utojo. (1993). *Avertebrata Air Jilid 1*. Jakarta: Swadaya.
- Widyastuti, A. (2011). *Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Biak Selatan, Biak, Papua*. Biak: UPT Loka Konservasi Biota Laut Biak- LIPI.
- Wilhm, J. F. (1975). *Biological Indicator of Pollution*. London: Blackwell Scientific Publications.
- Zahidin, M. (2008). *Kajian Kualitas Air Di Muara Sungai Pekalongan Ditinjau Dari Indeks Keanekaragaman Makrobenthos Dan Indeks Saprobitas Plankton*. Semarang: Universitas Diponegoro.

KUALITAS KERTAS SENI DARI PELEPAH TANAMAN SALAK MELALUI "BIOCHEMICAL" JAMUR *Phanerochaete crysosporium* DAN *Pleurotus ostreatus* DENGAN VARIASI LAMA PEMASAKAN DALAM NaOH

Triastuti Rahayu, Aulia Asifati Asifa

Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta, 57162

Email: tr124@ums.ac.id

Abstract

Art paper or so-called recycled paper is paper commonly used as materials for handicrafts. Usually it made from crop wastes that contain high fiber. Waste plant frond bark utilized contain high fiber which can be utilized as raw material for paper making art. The raw material is processed through biopulping by fungus *Phanerochaete crysosporium* and *Pleurotus ostreatus*. The purpose of this study was to determine the quality of art paper from the midrib of zalacca through biochemical by fungus *Phanerochaete crysosporium* and *Pleurotus ostreatus* on variation of ripening duration in NaOH with tensile strength test, power tear and organoleptic test (texture, color, appearance fibers and acceptance of society). This research method used a completely randomized design (CRD) with two factors, one that is ripening duration in NaOH 15% ($P_1 = 1$ hour, $P_2 = 2$ hours) and factor 2 is a incubation duration ($L_1 = 30$ days, $L_2 = 45$ days) with 4 treatment. Result of this research shows that the best quality art paper is P_2L_1 (ripeningduration time of 2 hours and 30-days incubation) is 0,243 N/mm² which is an tensile strengt test results and 18.711 N which is the highest tear power, smooth texture, light brown color, appearance of the fibers is less clear and panelists liked to this paper.

Keywords: biopulping, biochemical, art paper, midrib of zalacca, white rot fungi

Abstrak

Kertas seni atau biasa disebut kertas daur ulang merupakan kertas yang biasa digunakan sebagai bahan pembuatan kerajinan tangan. Biasanya terbuat dari limbah tanaman yang mengandung serat tinggi. Limbah pelepah tanaman salak yang tidak termanfaatkan mengandung serat tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kertas seni. Bahan baku tersebut diproses melalui biopulping jamur *Phanerochaete crysosporium* dan *Pleurotus ostreatus*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kualitas kertas seni dari pelepah tanaman salak melalui biokraft jamur *Phanerochaete crysosporium* dan *Pleurotus ostreatus* dengan variasi lama pemasakan dalam NaOH dengan parameter penelitian uji daya tarik, daya sobek dan uji sensoris (tekstur, warna, kenampakan serat dan daya terima masyarakat). Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor, faktor 1 yaitu lama pemasakan dalam NaOH 15% ($P_1=1$ jam, $P_2=2$ jam) dan faktor 2 yaitu lama inkubasi ($L_1=30$ hari, $L_2=45$ hari) dengan 4 perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas kertas seni terbaik adalah pada perlakuan P_2L_1 (lama pemasakan 2 jam dan lama inkubasi 30 hari) yaitu 0,243 N/mm² yang merupakan hasil uji daya tarik dan 18,711 N yang merupakan daya sobek tertinggi, tekstur halus, warna coklat muda, kenampakan serat kurang jelas dan panelis suka terhadap kertas ini.

Kata kunci: biopulping, biochemical, kertas seni, tanaman salak, jamur pelapuk putih

PENDAHULUAN

Kertas seni atau biasa disebut kertas daur ulang merupakan kertas yang biasa digunakan sebagai bahan pembuatan kerajinan tangan. Kerajinan tangan yang bisa dibuat dari kertas seni antara lain tempat tisu, tas, kartu undangan, figura, accessories, dan perhiasan imitasi. Kertas ini terbuat dari berbagai macam serat tanaman. Oleh karena itu apabila kertas disobek akan menampakkan serat, serat inilah yang kemudian dikenal dengan selulosa. Bahan selulosa berasal dari bagian-bagian tanaman yang mengandung serat. Pada proses pembuatannya, bahan tersebut akan diolah menjadi pulp (bubur kertas) dengan beberapa cara, yaitu *chemical pulping*, *mechanical pulping* dan *biopulping*. *Chemical pulping* merupakan pembuatan pulp secara kimia. Jika digunakan dalam produksi yang besar, dalam jumlah banyak dan dalam jangka waktu yang lama limbah dari zat-zat kimia tersebut akan berdampak pada pencemaran lingkungan.

Berbeda dengan *chemical pulping*, *biopulping* merupakan proses pengolahan pulp yang menggunakan mikroorganisme sebagai agen pelapuk. Tujuan dari *biopulping* adalah untuk memisahkan komponen lignin dari selulosa dan hemiselulosa. Dalam *biopulping*, bahan-bahan kimia tadi akan digantikan oleh sejenis mikroba yang mampu mengeluarkan enzim untuk memutihkan (manganese peroksidase, lakase, lignin peroksidase) dan juga mampu mendegradasi lignin. Mikroba tersebut adalah golongan jamur pelapuk kayu yang dapat dijumpai di alam. Hasil kerja dari mikroorganisme tersebut tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan sangat aman sehingga bisa dilakukan dalam waktu yang panjang. *Phanerochaete crysosporium* dan *Pleurotus*

ostreatus merupakan jamur yang biasa dimanfaatkan dalam proses biopulping. Selanjutnya diikuti pemasakan kraft (pemasakan kimia) yang dapat membantu pendegradasian lignin. Lama pemasakan optimum dalam NaOH (alkali) adalah sekitar 60-120 menit (Dewi, dkk., 2010).

Bahan baku pembuatan kertas biasanya menggunakan kayu, sehingga penebangan hutan terjadi di mana-mana. Hal ini dapat berimbas menimbulkan bencana alam. Oleh karena itu perlu dicari bahan alternatif lain. Banyak sekali bahan berserat yang kurang maksimal pemanfaatannya, salah satunya adalah pelepah tanaman salak. Pada penelitian Raharjo, dkk. (2016), kandungan serat pelepah tanaman salak terdiri dari 42,54% selulosa, 34,35% hemiselulosa dan 28,01% lignin. Mengingat tingginya serat dan sejauh ini pemanfaatan limbah tersebut belum maksimal, maka hal inilah yang mendasari pemanfaatan pelepah tanaman salak sebagai bahan baku pembuatan kertas seni.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kualitas kertas seni dari pelepah tanaman salak melalui proses *biopulping* menggunakan kultur campuran jamur pelapuk putih berdasarkan parameter daya tarik, daya sobek, uji sensoris (tekstur, warna, kenampakan serat dan daya terima masyarakat). Hasil penelitian ini diharapkan akan diperoleh informasi tentang pengaruh penggunaan kultur campur jamur *Phanerochaete crysosporium* dan *Pleurotus ostreatus* dan lama pemasakan dalam NaOH terhadap kualitas kertas seni.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penelitian

dilaksanakan bulan November 2015 sampai Juli 2016. Jenis penelitian ini adalah eksperimen. Cacahan pelepah salak diinokulasi menggunakan campuran JPP *P. cryosporium* dan *P. ostreatus* 10% selama 30 dan 45 hari. Setelah inkubasi dibuat pulp dengan menggunakan NaOH. Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor, faktor 1 yaitu lama pemasakan dalam NaOH 15% ($P_1=1$ jam, $P_2=2$ jam) dan faktor 2 yaitu lama inkubasi ($L_1=30$ hari, $L_2=45$ hari) dengan 4 perlakuan. Analisis yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Parameter penelitian: 1) Uji Daya Tarik, 2) Uji Daya Sobek, dan 3) Uji Sensoris (tekstur, warna, kenampakan serat dan daya terima masyarakat).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Daya Tarik dan Daya Sobek Kertas

Pada penelitian kualitas kertas seni dari pelepah tanaman salak melalui biochemical jamur *Phanerochaete cryosporium* dan *Pleurotus ostreatus* dengan variasi lama pemasakan dalam NaOH ini, peneliti menggunakan pelepah tanaman salak yang berasal dari Turi, Sleman, Yogyakarta. Penelitian menggunakan 2 faktor yaitu lama pemasakan dalam NaOH (1 jam dan 2 jam) dan lama inkubasi 30 hari dan 45 hari. Parameter penelitian yakni daya tarik, daya sobek, dan sifat sensoris (tekstur, warna, kenampakan serat dan daya terima masyarakat terhadap kertas berbahan baku pelepah tanaman salak), diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Rata-Rata Uji Daya Tarik dan Daya Sobek Kertas Seni Pelepah Tanaman Salak dengan Lama Inkubasi dan Pemasakan yang Berbeda

| Perlakuan | Rata-Rata Uji Daya Tarik (N/mm ²) | Rata-Rata Uji Daya Sobek (N) |
|---|---|------------------------------|
| Kontrol Pemasakan 1 jam dan tanpa JPP ($P_1 L_0$) | 0.205 | 14.485 |
| Kontrol Pemasakan 2 jam dan tanpa JPP ($P_2 L_0$) | 0.134 | 12.108 |
| Pemasakan 1 jam dan inkubasi 30 hari ($P_1 L_1$) | 0.129** | 11.740** |
| Pemasakan 2 jam dan inkubasi 30 hari ($P_2 L_1$) | 0.243* | 18.711* |
| Pemasakan 1 jam dan inkubasi 45 hari ($P_1 L_2$) | 0.141 | 12.825 |
| Pemasakan 2 jam dan inkubasi 45 hari ($P_2 L_2$) | 0.181 | 16.423 |

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan P_2L_1 (lama pemasakan 2 jam dan lama inkubasi 30 hari) yaitu 0,243 N/mm² yang merupakan hasil uji daya tarik dan 18,711 N yang merupakan daya sobek tertinggi. Sedangkan uji daya tarik terendah adalah pada perlakuan P_1L_1 (lama pemasakan 1 jam dan lama inkubasi 30 hari) yaitu 0,129 N/mm², serta daya sobek terendah yakni 11,740 N. Pada perlakuan P_1L_2 (lama pemasakan 1 jam dan lama inkubasi 45 hari) daya tariknya

yaitu 0,141 N/mm² dan daya sobeknya 12,825 N. Sedangkan pada perlakuan P_2L_2 (lama pemasakan 2 jam dan lama inkubasi 45 hari) daya tariknya yaitu 0,181 N/mm² dan daya sobeknya 16,423 N. Pada perlakuan kontrol P_1L_0 (lama pemasakan 1 jam dan tanpa inkubasi) daya tariknya adalah 0,205 N/mm² dan daya sobeknya 14,485 N. Sedangkan pada perlakuan P_2L_0 (lama pemasakan 2 jam dan tanpa inkubasi) daya tariknya adalah 0,134 N/mm² dan daya sobeknya yaitu 12,108 N.

Jika dibandingkan pada perlakuan lama inkubasi 30 hari (L_1), antara lama pemasakan 1 jam (P_1) dengan lama pemasakan 2 jam (P_2), mengalami peningkatan nilai daya tarik dan daya sobek. Perlakuan lama pemasakan 1 jam (P_1) mempunyai nilai daya tarik $0,129 \text{ N/mm}^2$ dan daya sobek $11,740 \text{ N}$, sedangkan pada lama pemasakan 2 jam (P_2) nilai daya tariknya $0,243 \text{ N/mm}^2$ dan daya sobeknya $18,711$. Jika diamati hal ini juga terjadi pada perlakuan lama inkubasi 45 hari (L_2). Lama pemasakan 2 jam mempunyai daya tarik dan daya sobek yang lebih tinggi dibandingkan 1 jam. Hal ini menunjukkan bahwa selama proses biopulping menggunakan *Pleurotus ostreatus* dan *Phanerochaete cryosporium* lignin yang terdegradasi tinggi, diperkuat dengan proses kraft selama 2 jam menyebabkan kemungkinan kandungan selulosa semakin meninggi (Dewi, dkk., 2010), sehingga daya tarik dan daya sobek kertas semakin tinggi.

Berbeda halnya pada perlakuan kontrol yang tanpa mengalami proses biopulping. Pada perlakuan P_1L_0 (lama pemasakan 1 jam dan tanpa JPP) mempunyai nilai daya tarik $0,205 \text{ N/mm}^2$ dan daya sobek $14,485 \text{ N}$. Sedangkan pada perlakuan P_2L_0 (lama pemasakan 2 jam dan tanpa JPP) mempunyai nilai daya tarik $0,134 \text{ N/mm}^2$ dan daya sobek $12,108 \text{ N}$. Kontrol mengalami penurunan nilai daya tarik dan daya sobek. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi lama pemasakannya, maka rendemen pulp yang dihasilkan cenderung makin tinggi, kandungan lignin juga semakin tinggi. Lignin yang semula terpisah dari *raw pulp* dengan berkurangnya konsentrasi NaOH akan kembali menyatu dengan *raw pulp* dan sulit untuk dipisahkan kembali (Dewi, dkk.2010). Hal ini sesuai dengan pendapat Citra (2000), bahwa lignin merupakan senyawa penghambat

ikatan antar serat, menyebabkan serat menjadi kaku, dan serat sukar pecah saat penggilingan. Bila serat sukar pecah, maka akan menyebabkan ikatan antar serat menjadi lebih rendah. Karena hal inilah, daya tarik dan daya sobek kertas yang tanpa adanya proses biopulping (pendegradasian lignin oleh jamur) menjadi lebih rendah.

Dalam pembuatan kertas seni dari pelepah tanaman salak ini, proses bio-kraft yang menggunakan jamur *Pleurotus ostreatus* dan *Phanerochaete cryosporium* lebih efektif dalam proses pendegradasian lignin dibandingkan dengan pembuatan kertas tanpa melalui biopulping. Karena menurut Fatriasari (2010), jamur memfasilitasi penghilangan lignin pada dinding sel sehingga proses pulping kraft lebih efektif. Fasilitas tersebut dikeluarkan jamur dalam bentuk enzim yang mampu mendegradasi lignin. Enzim ligninolitik antara lain *laccase*, *lignin peroksidase* (LiP) dan *mangan peroksidase* (MnP). *Lignin peroksidase* (LiP) yang secara imunologis dan struktural berbeda dari mangan, menunjukkan kemampuan mengoksidasi bagian ikatan lignin. Sedangkan peran MnP dalam mendegradasi lignin secara tidak langsung dengan menyediakan H_2O_2 untuk reaksi ligni peroksidase (Hossain dan Anantharaman, 2006).

Diperkuat juga dengan hasil penelitian Fahmi (2016), pada lama pemasakan 2 jam dalam NaOH 10% (inkubasi jamur POPC 30 hari) hasil uji rata-rata daya tariknya adalah $0,05 \text{ N/mm}^2$, dibandingkan dengan perlakuan sama namun konsentrasi NaOH-nya 15% daya tarik naik menjadi $0,24 \text{ N/mm}^2$. Sedangkan pada lama pemasakan 2 jam dalam NaOH 10% (inkubasi jamur POPC 45 hari) hasil uji rata-rata daya tariknya adalah $0,22 \text{ N/mm}^2$, dibandingkan dengan perlakuan sama namun konsentrasi NaOH-nya 15% daya tarik turun menjadi $0,18 \text{ N/}$

mm². Semakin lama inkubasi (45 hari), hanya diperlukan konsentrasi NaOH 10% agar daya tariknya tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa biopulping sangat efektif digunakan dalam pembuatan kertas seni ini.

Selain adanya proses biopulping (lama inkubasi) dan proses kraft (lama pemasakan). Proses pengepresan kertas juga mempengaruhi daya tarik maupun daya sobek kertas seni. Hal ini diungkapkan pada penelitian Sutyasmi (2012), bahwa indeks retak/ sobek dan indeks tarik kertas seni yang dipres mempunyai hasil yang lebih baik dibandingkan dengan kertas seni yang

tidak dipres. Hal ini karena kemungkinan karena serat-serat kulit dan serat selulosa bisa saling berkaitan dengan adanya pengepresan.

Uji Sensoris

Uji sensoris merupakan cara pengujian menggunakan indera manusia sebagai sarana untuk mengukur daya penerimaan terhadap suatu produk yang diujikan. Pada penelitian ini menggunakan uji sensoris karena peneliti ingin mengetahui bagaimana daya terima masyarakat terhadap kertas seni dari pelepah tanaman salak. Uji sensoris tersebut meliputi tekstur, warna, kenampakan serat dan daya terima masyarakat.

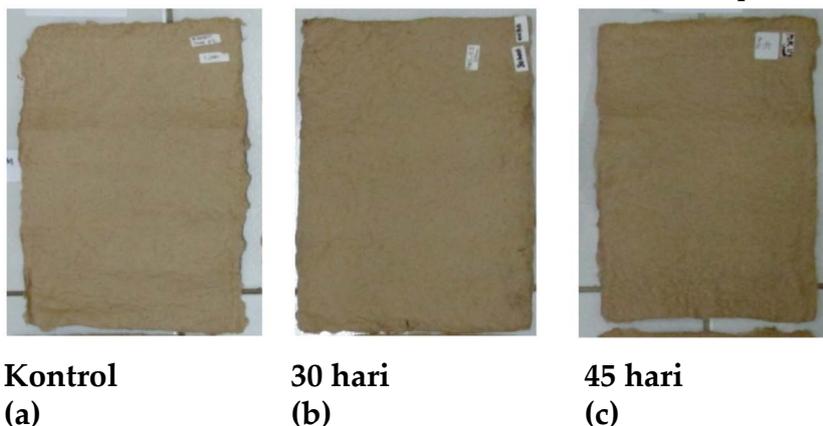
Tabel 2. Rata-Rata Uji Sensoris Kertas Seni Pelepah Tanaman Salak dengan Lama Inkubasi dan Pemasakan yang Berbeda

| Perlakuan | Rata-Rata Uji Sensoris | | | |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|---------------|
| | Tekstur | Warna | Kenampakan Serat | Daya Terima |
| P ₁ L ₀ | (1,5) Halus** | (1,9) Coklat muda | (2) Kurang tampak | Kurang suka |
| P ₂ L ₀ | (1,7) Halus | (1,7) Coklat muda** | (2,05) Kurang tampak* | Kurang suka** |
| P ₁ L ₁ | (1,9) Halus | (1,9) Coklat muda | (1,9) Kurang tampak | Sangat suka* |
| P ₂ L ₁ | (2,05) Halus* | (2,2) Coklat muda* | (2) Kurang tampak | Suka |
| P ₁ L ₂ | (1,8) Halus | (1,8) Coklat muda | (1,9) Kurang tampak | Sangat suka* |
| P ₂ L ₂ | (1,9) Halus | (2,05) Coklat muda | (1,8) Kurang tampak** | Kurang suka |

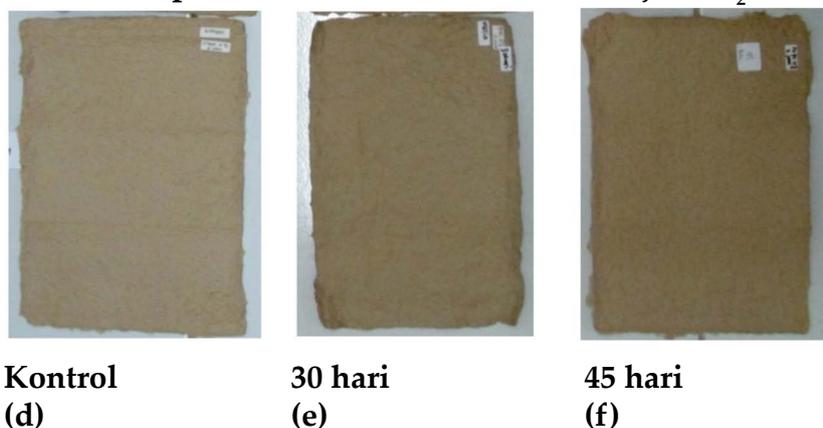
Hasil dari penilaian panelis terhadap semua perlakuan menunjukkan bahwa tekstur kertas seni adalah halus (*gambar 1*). Pada perlakuan P₂L₁ (lama pemasakan 2 jam dan inkubasi 30 hari) jumlah rata-rata skor adalah 2,05, angka ini menunjukkan tingkat yang mendekati sangat halus. Sedangkan pada kontrol P₁L₀ (lama pemasakan 1 jam dan tanpa JPP) jumlah rata-rata skornya adalah 1,5. Angka ini berarti menunjukkan bahwa kertas seni tanpa biopulping dan pemasakan 1 jam, cenderung mempunyai tekstur yang kasar. Kertas seni yang mempunyai tekstur kasar umumnya lebih disukai konsumen, karena mempunyai nilai seni yang lebih tinggi (Sukmani, 2000).

Tekstur permukaan sangat dipengaruhi oleh teknik mencetak dan ukuran serat (Smook, 1994). Selain itu pada perlakuan kontrol yang tidak melalui proses biopulping (pelapukan jamur) cenderung agak kasar, hal ini kemungkinan disebabkan karena belum adanya aktivitas pendegradasian lignin, sehingga proses kraft saja kurang efektif untuk menghilangkan lignin yang menyebabkan serat lebih sulit terpecah. Hal ini juga mempengaruhi tingkat kekasaran tekstur kertas.

Lama pemasakan dalam NaOH 15% 1 jam (P_1)



Lama pemasakan dalam NaOH 15% 2 jam (P_2)



Keterangan: (a) P_1L_0 , (b) P_1L_1 , (c) P_1L_2 , (d) P_2L_0 , (e) P_2L_1 , (f) P_2L_2

Gambar 1. Hasil kertas seni dari pelepah tanaman salak dengan berbagai perlakuan yang berbeda

Dari hasil penilaian panelis, warna kertas seni dari pelepah tanaman salak merupakan coklat muda. Adapun rata-rata nilai yang menunjukkan warna coklat cenderung tua adalah pada perlakuan P_2L_1 (lama pemasakan 2 jam dan inkubasi 30 hari) dengan rata-rata skor 2,2. Sedangkan warna yang cenderung mendekati putih adalah pada kontrol P_2L_0 (lama pemasakan 2 jam dan tanpa JPP) dengan rata-rata skor 1,7.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa kertas seni yang dibuat melalui proses biopulping menghasilkan warna yang lebih tua daripada control. Hal ini bertentangan dengan penelitian Fatriasari (2010), yang mengungkapkan bahwa

lama inkubasi memiliki pengaruh positif terhadap derajat putih pulp perlakuan POPC. Karena enzim yang dihasilkan oleh jamur PC mampu meningkatkan kecerahan pulp yang disebabkan penurunan lignin. Adanya perbedaan hasil penelitian ini kemungkinan disebabkan karena belum optimalnya aktivitas/ kerja kedua jamur pada masa inkubasi.

Berdasarkan tabel 2 dan gambar 1, panelis sangat suka terhadap kertas seni dengan perlakuan P_1L_1 (lama pemasakan 1 jam dan inkubasi 30 hari) dan P_1L_2 (lama pemasakan 1 jam dan inkubasi 45 hari). Kesukaan panelis terhadap kertas seni bergantung pada penilaian

individu panelis yang dipengaruhi oleh cirri fisik kertas, yakni tekstur, warna dan kenampakan serat. Selain itu, Sucipto (2009) menyebutkan bahwa ketebalan kertas juga mempengaruhi penilaian panelis karena tergantung pada pemanfaatannya.

Kertas seni dari pelepah tanaman salak yang diolah melalui proses *bio-chemical* lebih efektif dilakukan dibandingkan hanya dimasak dengan proses kraft tanpa *biopulping*.

PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa: Kualitas kertas seni terbaik adalah pada perlakuan P₂L₁ (lama pemasakan 2 jam dan lama inkubasi 30 hari) yaitu 0,243 N/mm² yang merupakan hasil uji daya tarik dan 18,711 N yang merupakan daya sobek tertinggi, tekstur halus, warna coklat muda, kenampakan serat kurang jelas dan panelis suka terhadap kertas ini.

Berdasarkan pengalaman selama penelitian, ada beberapa saran dari peneliti yang perlu disampaikan: 1) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menguji adanya pengaruh lama inkubasi dan lama pemasakan dalam konsentrasi NaOH yang berbeda terhadap kualitas kertas seni, 2) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menguji kadar lignin yang terdegradasi karena perbedaan lama inkubasi dan lama pemasakan dalam konsentrasi NaOH yang berbeda, 3) Dalam proses inkubasi jamur pelapuk putih diusahakan suhu dan kelembabannya terjaga (sesuai dengan syarat tumbuh jamur), 4) Untuk menghindari kontaminasi, pastikan saat penelitian menggunakan tempat yang sudah disterilkan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada keluarga, dosen FKIP Pendidikan Biologi UMS, dan teman-teman yang telah memberi bantuan untuk penelitian skripsi dan penulisan artikel ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Citra, R.P., 2000. *Kajian Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Kapang Pelapuk Putih Terhadap Biodelignifikasi Kayu Mangium (Acacia mangium Willd)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Dewi, Tri K., Dandy, dan Wahyu Akbar. 2010. *Pengaruh Konsentrasi NaOH, Temperatur Pemasakan dan Lama Pemasakan pada Pembuatan Pulp dari Batang Rami dengan Proses Soda*. Jurnal Teknik Kimia, No. 2, Vol. 17, April 2010.
- Fahmi, M. Saiful. 2016. *Kualitas Kertas Seni dari Pelepah Tnaman Salak Melalui Biokraft Jamur *Phanerochaete crysosporium* dan *Pleurotus ostreatus* dengan Variasi Konsentrasi NaOH*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Fatriasari. W., Anita. S.H., Falah. F., Adi. T.N., dan Hermiati. E. 2010. *Biopulping Bambu Betung Menggunakan Kultur Campur Jamur Pelapuk Putih (*Trametes versicolor*, *Pleurotus ostreatus* dan *Phanerochaete crysosporium*)*. Berita Selulosa, Vol. 45, No. 2, Desember 2010 : 44 – 56.
- Febrina, P. 2007. *Studi Pembuatan Kertas Seni dari Batang Jagung (*Zea mays*) dan Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) (Kajian Proporsi Bahan Baku dan Jenis Perekat)*. Skripsi. Fakultas teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.

- Smook, G. A. 1992. *Handbook for Pulp & Paper Technologists*. Second Edition. Angus Wilde Publications.
- Sucipto, Susinggih W., dan Erly W. 2009. *Optimasi Penggunaan NaOH dan Tapioka pada Produksi Kertas Seni dari Pelepah Salak*. Jurnal teknologi Pertanian vol. 10 No. 1 (April 2009), 46-53.
- Sukmani, N. A., 2000. *Perancangan Produk Kertas Seni dari Ampas Umbi Garut (Maranta arundinaceae): Kajian Lama Pemanasan dan Konsentrasi Larutan NaOH Serta Analisis Finansialnya*. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sutyasmi, S., 2012. *Daur Ulang Limbah Shaving Industri Penyamakan Kulit untuk Kertas Seni*. Majalah Kulit, Karet dan Plastik Vol28 No.2 Desember Tahun 2012:113-121.