

SAINS NATURAL

Jurnal Ilmiah Ilmu – ilmu Biologi dan Kimia
Volume 5 No. 1 Januari 2015

Pelindung :

Barijadi Prawirosastro

Penasehat :

Yunus Arifin, Ombo Satjadripradja

Penanggung Jawab :

RTM Sutamihardja

DEWAN REDAKSI

Ketua :

Supriyono Eko Wardoyo

Wakil Ketua :

Ridha Arizal

Anggota :

RTM Sutamihardja, Ridha Arizal, Adi Santoso, Oo Suprijana, Rudhy Gustiano,
Yoki Yuzar, Utut Widyastuti, Djadhat Tisnadaja, Lilis Sugiarti

Redaksi Pelaksana :

Mamay Maslahat, Nia Yuliani, Srikandi, Mia Azizah, Dian Arrisujaya, Devy Susanty

Bendahara (Distribusi/Pemasaran) :

Mia Azizah

Tenaga Administratif :

Nurlela, Roby Alfian

Desain Cover :

Dian Arrisujaya

Penanggungjawab Website :

Dian Arrisujaya, Roby Alfian

Penerbit :

Himpunan Biologi Indonesia dan Fakultas MIPA Universitas Nusa Bangsa

Kantor :

Kampus Universitas Nusa Bangsa
Jl. Raya K. H. Sholeh Iskandar Km. 4, Cimanggu, Tanah Sareal Bogor 16166
Telp. (0251) 8340217, 7535605 Fax. (0251) 7535605
Website : jsainsnatural.unb@gmail.com

Jurnal Sains Natural merupakan jurnal ilmiah yang memuat artikel hasil penelitian dan kupasan (*review*) dalam bidang Biologi dan Kimia yang orsinil dan belum serta tidak dipublikasikan dalam media lain. Naskah dikirim ke kantor editor. Naskah yang masuk akan melalui proses seleksi mitra bestari dan editor. Naskah yang dapat dimuat dengan perbaikan akan dikirimkan kembali ke penulis untuk disempurnakan, sedangkan naskah yang tidak dapat dimuat hanya akan dikembalikan jika disertai amplop balasan yang berperangko secukupnya. Informasi lengkap untuk pemuatan artikel dan petunjuk penulisan tersedia disetiap terbitan. Calon penulis artikel yang memerlukan petunjuk penulisan artikel, dapat menghubungi Redaksi Pelaksana Jurnal Sains Natural. Jurnal ini terbit secara berkala sebanyak dua kali dalam setahun (Januari dan Juli). Harga eceran Jurnal adalah Rp50.000,-/ nomor atau berlangganan Rp 75.000,- /tahun untuk 2 nomor (uang berlangganan dibayar di muka).

Journal of Natural Science is a scientific journal containing research articles and analysis (*review*) in the field of Biology and Chemistry of original and yet also not published in other media. The manuscript is sent to the office of the editor. Manuscript received will be through the selected partner process and editor. Scripts that can be loaded with the repair will be sent back to the author to be refined, while the script which can not be loaded will be returned only if accompanied by a stamped reply envelope. Complete information and instructions for loading article writing is available in every issue.

Mengutip ringkasan dan pernyataan atau mencetak ulang gambar atau tabel dari jurnal ini harus mendapat ijin dari penulis. Produksi ulang dalam bentuk kumpulan cetakan ulang untuk keperluan apapun harus seijin salah satu penulis dan mendapat lisensi dari penerbit. Jurnal ini diedarkan sebagai tukaran dan untuk perguruan tinggi, lembaga penelitian dan perpustakaan di dalam dan luar negeri.

Citing a summary and a statement or reprint pictures or tables from this journal should get permission from the author. Reproduced in the form of a collection of reprint for any purpose permission must be from one of the authors and get a license from the publisher. The journal is distributed as an exchange and for universities, research institutions and libraries at home and abroad.

KATA PENGANTAR

Penerbitan Jurnal Sains Natural Volume 7 No.1, Bulan Januari 2017 dapat terlaksana berkat kerja sama semua pihak. Kami berharap isi dalam Jurnal Sains Natural ini dapat menarik minat pembaca dan diambil manfaat serta kegunaan dari hasil – hasil penelitian di dalamnya.

Pada terbitan ini membahas aspek – aspek Biologi dan Kimia diantaranya , Pengaruh pencucian terhadap kadar klorida, Stabilisasi Warna kayu Tusam Pengaruh Bahan dan Kadar Pengisi dalam Perekat Terhadap Rekat Kayu Lapis, Isolasi dan Analisis Asam Lemak *Scenedesmus quadricauda* yang diisolasi dari air kolam, Identifikasi penyakit yang menyerang bibit sengon, Pengaruh Waktu Perendaman dalam air, kadar pati dan kadar lignin.

Kami mengharapkan masukan – masukan berupa kritik maupun saran yang membangun yang ditujukan baik pada pengelola maupun para penulis jurnal ini. Kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penerbitan ini, pengelola mohon maaf jika ada kesalahan – kesalahanyang tidak kami sengaja. Kami ucapkan terima kasih terutama pada mitra bestari atas segala bantuannya sehingga terbitnya Jurnal Ilmiah Sains Natural yang kami anggap kualitasnya sudah lebih baik dari Jurnal terdahulunya siap untuk diakreditasi DIKTI.

Bogor, Januari 2017

Ketua Dewan Redaksi

Sains Natural

Jurnal Ilmiah Ilmu – ilmu Biologi dan Kimia

Volume 7	Januari 2017	Nomor 1
1. Stabilisasi Warna Kayu Tusam (<i>Pinus merkusii</i> Jungh. & de Vriese) dan Kemiri (<i>Aleurites moluccanus</i> (L.)Willd.) <i>Agus Ismanto</i>		1-7
2. Pengaruh Pencucian terhadap Kadar Klorida pada Proses Pembuatan Karaginan dari Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> <i>Farhana Septriana Rahmat, Srikandi, RTM Sutamihardja</i>		8-22
3. Isolasi dan Analisis Asam Lemak <i>Scenedesmus quadricauda</i> yang Diisolasi dari Air Kolam <i>Devy Susanty</i>		23-30
4. Identifikasi Penyakit yang Menyerang Bibit Sengon (<i>Paraserianthes moluccana</i> (Miq.), Barneby & J.W. Grimes) di Persemaian dan Pengendaliannya <i>Maharani Mustika Putri, Yayang Nurahmah dan Illa Anggraeni</i>		31-38
5. Pengaruh Waktu Perendaman dalam Air, Kadar Pati dan Kadar Lignin terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Bambu Ampel (<i>Bambusa vulgaris</i> Schard) <i>Abdurachman, Agus Ismanto</i>		39-47

STABILISASI WARNA KAYU TUSAM (*Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese) DAN KEMIRI (*Aleurites moluccanus* (L.) Willd.)

Agus Ismanto
Pusat Litbang Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16001
e-mail: aismanto59@gmail.com

ABSTRACT

Wood-Color Stabilization of Pine (*Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese) and Pecan (*Aleurites moluccanus* (L.) Willd.) Wood

Discoloration are generally caused by biological or non-biological factors in origin particularly for bright color wood such as pine and pecan. This paper evaluates the discoloration of normal pine wood (*P. merkusii* Jungh. & de Vriese) and pecan wood (*Aleurites moluccanus* (L.) Willd.) and find appropriate chemical treatments to maintain its natural wood color. Chemical treatments studied includes sodium sulphite (SS), sodium bicarbonate (SB), sodium chloride (SC), stannous chloride (ST), and methylene bis thiocyanate (MBT) each solution with level of 2, 3, and 4%. Wood color value before and after chemical treatments were measured using CDX's colour difference meter based on three-dimensional color value CIELab (L^* , a^* , b^*). Research showed that pine wood had a brightness value (L^*) higher than the pecan wood. Value L^* in between pine wood ranged from 70.6 to 78.1 (SB, Outdoor-MBT, indoor), while at pecan wood was from 56.6 to 72.6 (SB, Outdoor-Untreated). The value of the color difference (ΔE) obtained the highest on the stannous chloride brushed wood and the lowest value was found on untreated. In other chemical treatment had a more low more ΔE value, thus maintaining the hearts potentially natural color of wood.

Keywords: Wood species, brightness value (L^*), color difference value (ΔE^*), color degradation, blue stain

ABSTRAK

Degradasi warna disebabkan oleh faktor-faktor biologis atau non-biologis khususnya pada kayu berwarna cerah seperti pinus dan kemiri. Tulisan ini mengevaluasi degradasi warna kayu pinus (*P. merkusii* Jungh. & de Vriese) dan kayu kemiri (*A. moluccanus* (L.) Willd.) normal, dan mempelajari bahan kimia dan metode yang tepat untuk mempertahankan warna alami kayu. Larutan kimia yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sodium sulfat (SS), sodium bikarbonat (SB), sodium klorida (SC), stannium klorida (ST), dan metilen bistiosianat (MBT) masing-masing dengan kadar 2, 3, dan 4%. Nilai warna kayu sebelum dan sesudah perlakuan diukur menggunakan alat pengukur warna *Colour Difference Meter* CDX menggunakan sistem tiga dimensi CIE Lab (L^* , a^* , b^*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kayu tusam memiliki nilai kecerahan (L^*) lebih tinggi dibandingkan dengan kayu kemiri. Nilai L^* pada kayu tusam berkisar antara 70,6-78,1 (SB, di luar ruangan-MBT, di dalam ruangan), sedangkan pada kayu kemiri adalah 56,6-72,6 (SB, di luar ruangan-kontrol). Nilai perbedaan warna (ΔE) tertinggi didapatkan pada kayu yang dilabur stannium klorida dan nilai yang terendah dijumpai pada kontrol. Pada perlakuan kimia lainnya memiliki nilai ΔE lebih rendah, sehingga berpotensi dalam mempertahankan warna alami kayu.

Kata kunci: Jenis kayu, nilai kecerahan, nilai perbedaan warna, degradasi warna, jamur biru

PENDAHULUAN

Warna kayu merupakan salah satu ciri umum kayu yang dapat diamati tanpa menggunakan alat bantu. Menurut Uzunovic *et al.* (2008), perubahan warna kayu adalah perubahan yang menyimpang dari warna alami kayu, yang dapat disebabkan oleh dua faktor yaitu, biologis atau non-biologis. Perubahan warna secara biologis disebabkan antara lain oleh jamur

biru (*blue stain*), mold, pembusukan atau bakteri, sedangkan perubahan warna secara non-biologis terjadi pada kondisi yang spesifik seperti disebabkan oleh faktor mekanis (tanda terbakar, kotoran), kimia, dan biokimia atau fotokimia (Uzunovic *et al.*, 2008). Penggunaan suhu tinggi dalam pengeringan juga dapat mengakibatkan terjadinya perubahan warna yang disebabkan migrasi zat ekstraktif ke permukaan kayu (Dubey *et al.*, 2010; Tian *et al.*, 2010).

Salah satu faktor penyebab perubahan warna yang sering dijumpai adalah akibat serangan jamur biru (Carey, 1975 dalam Martono, 2012). Serangan jamur biru menjadikan kayu yang awalnya berwarna putih/kuning cerah/merah muda berubah menjadi kebiru-biruan seperti dijumpai pada kayu tusam dan karet. Jamur biru menyerang jaringan parenkim pada kayu gubal, dan serangan umumnya terjadi pada saat kayu masih basah atau segar di lingkungan lembab dan suhu tinggi (Smith, 1977 dalam Martono, 2012).

Kayu tusam (*Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese) memiliki warna putih kekuningan. Kayu ini banyak digunakan untuk pekerjaan konstruksi berat maupun ringan seperti kusen jendela, pintu, tiang rumah, lantai, dan mebel (Lemmens *et al.*, 1994). Dalam penyimpanan, kayu tusam mungkin mengalami perubahan warna secara alami akibat serangan jamur biru (Smith, 1977 dalam Martono, 2012).

Kayu kemiri (*Aleurites moluccanus* (L.) Willd.) juga merupakan kayu yang memiliki warna putih cerah. Kayu ini agak ringan dan tidak tahan lama. Meskipun tidak digunakan untuk konstruksi, tapi dapat digunakan untuk membuat mebel (de Guzman & Siemonsma, 1999). Sama dengan kayu tusam, kayu kemiri juga mengalami perubahan warna alami dan mudah terserang jamur biru, seperti *Botryodiplodia theobromae* yang menginfeksi kayu penyebab jamur biru (de Guzman & Siemonsma, 1999). Tulisan ini mengevaluasi perubahan warna alami kayu tusam dan kemiri serta mempelajari bahan kimia dan metode yang tepat untuk memperbaiki warna kayu akibat serangan jamur biru.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan antara lain kayu tusam (*P. merkusii* Jungh. & de Vriese) dan kemiri (*A. moluccanus* (L.) Willd.) dari 5 pohon berumur 15-20 tahun, dengan tinggi berkisar antara 5-6 m dan diameter 25-30 cm yang diambil dari hutan

rakyat di Kabupaten Kuningan dan Sukabumi, Jawa Barat.

Peralatan yang digunakan yaitu gergaji potong, gergaji belah, kipas angin, pengering vakum (*vacuum dryer*), ampelas kayu, kaliper, spidol, eksikator, *hand sprayer*, bak plastik, kuas, kantung plastik, dan plastik lembaran, sarung tangan, masker, rol meter, hygrometer, dan termometer, serta *Portable Colour Difference Meter* merek Murakami model CDX-105.

Metode

1. Penyiapan Contoh Uji

Contoh uji setiap jenis kayu berasal dari 5 pohon, setiap pohon diambil 3 dolok masing-masing ukuran panjang 2 m. Kemudian dari tiap dolok tersebut digergaji hingga menghasilkan 12 papan dengan ukuran 2,5 cm x 10 cm x 50 cm, sehingga jumlah papan yang dihasilkan untuk tiap jenis kayu sebanyak 180 keping.

2. Prosedur Kerja

Contoh uji dilabur dengan menggunakan bahan kimia, yang sebelumnya diampelas terlebih dahulu menggunakan ampelas ukuran 400 Grit. Pelaburan dilakukan secara merata pada seluruh bagian contoh uji kayu dengan berat labur sebesar 200 g/m² mengacu metode Ismanto & Iqbal (2013) dengan perlakuan sebagai berikut:

- Tanpa perlakuan, sebagai kontrol (K)
- Pelaburan dengan larutan natrium klorida/SC (NaCl) 2, 3, dan 4%
- Pelaburan dengan larutan natrium sulfat/SS (Na₂SO₃) 2, 3, dan 4%
- Pelaburan dengan larutan natrium bikarbonat/SB (NaHCO₃) 2, 3, dan 4%
- Pelaburan dengan larutan stanium klorida/ST (SnCl₂) 2, 3, dan 4%

Pelaburan dengan larutan metilen bistiosianat/MBT (CH₂(SCN)₂) 2, 3, dan 4% sebagai pembanding. Setiap perlakuan disediakan 5 ulangan, sehingga digunakan 150 papan untuk perlakuan dan 30 papan sebagai kontrol (tanpa perlakuan). Kemudian contoh uji dikeringkan di luar ruangan tanpa atap (*outdoor*) dan di dalam ruangan (*indoor*) selama kurang lebih 1

bulan. Pengukuran kelembapan relatif dan suhu udara dilakukan setiap hari selama 4 minggu (Ismanto & Iqbal, 2013).

3. Pengukuran Warna

Pengukuran warna kayu tusam dan kemiri dilakukan 1 bulan setelah perlakuan pelaburan dengan bahan kimia. Pengukuran warna menggunakan *Portable Colour Difference Meter* model CDX-105. Data hasil pengukuran berupa Y_{xy} (CIE 1931), $L^*a^*b^*$ (CIE 1976), Hunter Lab atau nilai tristimulus X, Y, Z yang diolah melalui pengolahan data.

Perbedaan warna dalam 3 titik koordinat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan ΔE^* :

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{-2} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan: ΔL^* , Δa^* dan Δb^* adalah perbedaan nilai awal L^* , a^* dan b^* dengan nilai akhirnya. Nilai ΔE^* adalah nilai total perbedaan warna. Adapun klasifikasi pengukuran ΔE^* menurut Allegretti *et al.* (2009) adalah sebagai berikut:

- 0,2 < ΔE (Tidak terlihat perbedaan)
- 0,2 < ΔE < 2 (Perbedaan kecil)
- 2 < ΔE < 3 (Perbedaan warna terlihat dengan tampilan berkualitas tinggi)
- 3 < ΔE < 6 (Perbedaan warna terlihat dengan tampilan berkualitas sedang)
- 6 < ΔE < 12 (Perbedaan warna tinggi)
- $\Delta E > 12$ (warna berbeda sangat kontras)

Analisis Data

Perubahan warna pada kayu gergajian dianalisis menggunakan rancangan klasifikasi silang tiga arah (3-way cross classification) yaitu jenis kayu (faktor A), perlakuan kimia (B), dan tempat penyimpanan yakni di luar ruangan dan di dalam ruangan (C). Jika pengaruh faktor-faktor tersebut nyata, maka penelaahan dengan uji beda jarak Duncan (Ott, 1994). Pengolahan data menggunakan komputer dengan program *Statistical Analysis System* (SAS) 2014.

$$\text{Model } Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + \text{error}$$

Keterangan:

μ = nilai tengah umum

A_i, B_j, C_k = pengaruh faktor-faktor A, B, C

Y = data perbedaan warna

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan nilai kecerahan (L^*) dan perbedaan warna (ΔE^*) pada contoh uji kayu tusam dan kemiri pada kontrol (tanpa perlakuan) dan setelah mendapat perlakuan kimia dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pengukuran warna dengan menggunakan *Portable Colour Difference Meter* pada kelompok contoh uji yang dikeringkan secara alami selama kurang lebih 1 bulan (Tabel 1) menunjukkan adanya perbedaan penampakan warna menurut jenis kayu dan perlakuan.

Secara umum kayu tusam memiliki warna lebih cerah dibandingkan kayu kemiri baik sebelum maupun setelah perlakuan. Hal ini terlihat dari nilai kecerahan warna (L^*) kayu tusam lebih besar dibandingkan kayu kemiri. Selain itu, dapat dilihat bahwa perlakuan pada contoh uji kedua jenis kayu yang disimpan di dalam ruangan (*indoor*) memiliki nilai L^* lebih besar dibandingkan contoh uji di luar ruangan (*outdoor*). Tingginya nilai L^* pada contoh uji kayu di dalam ruangan disebabkan karena pada waktu pengeringan di dalam ruangan tidak terjadi proses oksidasi yang menyebabkan inaktivasi enzim di dalam kayu, sehingga pembentukan warna coklat pada kayu tidak terjadi, hal ini didukung oleh pernyataan Barly *et al.* (2012) yang mengatakan bahwa pengeringan langsung dengan sinar matahari (di luar ruangan) atau penggunaan suhu tinggi dapat menyebabkan perubahan warna kayu menjadi lebih gelap atau kecoklatan. Namun hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan Ilic (1990) dalam Krisdianto (2007), yang mengatakan bahwa permukaan kayu yang terkena udara atau sinar matahari lebih sering menyebabkan warna kayu menjadi lebih terang. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan jenis kayu maupun perlakuan kimia yang diberikan pada kayu.

Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis kayu, perlakuan kimia, dan tempat penyimpanan contoh uji berpengaruh nyata terhadap perbedaan warna ($P \leq 0,05$). Pada Tabel 2, disajikan hasil analisis nilai

perbedaan warna pada kayu. Sedangkan hasil analisis sidik ragam pengaruh perlakuan kimia dicantumkan pada Tabel 3. Besarnya nilai ΔE^* menunjukkan ketidakeragaman warna permukaan kayu, hal ini tentu saja akan berdampak pada

rendahnya penilaian konsumen terhadap kayu yang selama ini memiliki persepsi bahwa papan yang memiliki warna yang seragam lebih tinggi kualitasnya daripada papan yang memiliki variasi warna tinggi.

Tabel 1. Nilai Kecerahan (L^*) dan Perbedaan Warna (ΔE^*) pada Kayu Tusam dan Kemiri

Perlakuan (Treatment)	Kayu tusam (<i>Pine wood</i>)			Kayu kemiri (<i>Pecan wood</i>)		
Di luar ruangan (outdoor)	L^*	ΔL^*	ΔE^*	L^*	ΔL^*	ΔE^*
K	72,6	-21,2	34	72,6	-21,2	40,1
SC	72,1	-21,7	34	63	-30,8	44,9
SS	71,8	-22	26,3	61,4	-32,4	44,8
SB	70,6	-23,2	32,9	56,6	-37,2	44,9
ST	71,4	-22,4	34,4	62,8	-31	43,3
MBT	74	-19,8	31,2	66,1	-27,7	40,5
Di dalam ruangan (indoor)	L^*	ΔL^*	ΔE^*	L^*	ΔL^*	ΔE^*
K	72,6	-21,2	28,2	72,6	-21,2	25,2
SC	77,4	-16,4	29,7	65,4	-28,4	41,2
SS	72,7	-21,1	33,7	63,4	-30,4	44,2
SB	70,7	-23,1	33,3	66,5	-27,3	41,6
ST	75,4	-18,4	32,1	64,2	-29,6	44,4
MBT	78,1	-15,7	29,1	67,7	-26,1	42,5

Keterangan (Remarks) : K = kontrol (*Untreated*), SC = natrium klorida (*Sodium Chloride*), SS = natrium sulfit (*Sodium Sulphite*), SB = natrium bikarbonat (*Sodium Bicarbonate*), ST= staniumklorida (*Stanium Chloride*), MBT = metilen bis-tiosianat (*Methylene bis-Thiocyanate*)

Tabel 2. Hasil Analisis Nilai Perbedaan Warna pada Kayu

Sumber keragaman (Source of variation)	db (df)	Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Kuadrat tengah (Means square)	F hitung (F calculation)	Pr > F
Model	7	736,72125	105,24589	6,70	0,0008
Galat (Error)	16	251,29833	15,70615		
Total (Total)	23	988,01958			

R^2 (R square) = 0,74566

Koef. Keragaman (Coeff. of variation) = 10,85161

Tabel 3. Analisis Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan terhadap Perbedaan Warna

Sumber keragaman (Source of variation)	db (df)	Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Kuadrat tengah (Means square)	F value	Fr > F
Jenis kayu (Wood species), A	1	587,07042	587,07042	37,38	0,0001
Perlakuan kimia (Chemicals treatment), B	5	121,26708	24,25342	1,54	0,2319
Tempat penyimpanan (Storage), C	1	28,38375	28,38375	1,81	0,1976

Berdasarkan uji beda Duncan ($P < 0,05$), kayu kemiri memiliki perbedaan (ΔE) warna yang lebih besar (41,47) dibandingkan dengan perbedaan warna pada kayu tusam yakni 31,58. Perlakuan kimia pada kayu memberikan pengaruh perubahan warna yang berbeda menurut jenis kayu dan bahan kimia yang digunakan. Berdasarkan uji beda Duncan ($P < 0,05$) pada contoh uji kontrol (tidak dilabur bahan kimia) didapatkan nilai perbedaan warna paling rendah yaitu 31,88. Sedangkan nilai perbedaan warna tertinggi diperoleh pada kayu yang dilabur stanium klorida (ST), dan perlakuan kimia lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 4). Hal ini berarti bahwa bahan kimia ST tidak cocok untuk stabilisasi warna kayu. Nilai perbedaan warna pada perlakuan lainnya tersebut lebih rendah, sehingga berpotensi dalam mempertahankan warna alami kayu.

Larutan kimia SC, SS, SB dan MBT memiliki kemampuan dalam menetralsir pH, dan menurut Lukmandaru *et al.* (2015), nilai pH umumnya dalam kisaran asam terdapat zat fenolat yang bertindak sebagai asam lemah. Kandungan fenolat akan diendapkan sehingga memberikan warna yang lebih cerah (ΔE^* lebih kecil). Hal ini menunjukkan bahwa larutan kimia SC, SS, SB, dan MBT dapat mempertahankan warna alami kayu walaupun masih terbatas baik pada jenis kayu maupun tempat penyimpanannya. Secara umum larutan bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini khususnya pada kayu tusam dapat menurunkan nilai ΔE^* terutama di luar ruangan (*outdoor*), seperti natrium klorida (SC), natrium sulfit (SS), natrium bikarbonat (SB) dan metilen bis-tiosianat (MBT).

Tabel 4. Rata-Rata Nilai Perbedaan Warna pada Kayu

No. (Number)	Perlakuan kimia (Chemicals treatment)	Nilai perbedaan warna (Color differences value)
1.	Kontrol (<i>Untreated</i>)	31,88b
2.	Natrium klorida (SC)	37,45ab
3.	Natrium sulfit (SS)	37,25ab
4.	Natrium bikarbonat (SB)	38,18ab
5.	Stanium klorida (ST)	38,55a
6.	Metilen bis-tiosianat (MBT)	35,83ab

Keterangan (Remark): Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan ($P \leq 0,05$).

Berdasarkan Tabel 4, dapat diketahui bahwa jenis bahan kimia berpengaruh nyata terhadap nilai perbedaan warna kayu (ΔE^*). Hal ini menunjukkan bahwa untuk menjadikan warna kayu lebih seragam diperlukan jenis bahan kimia yang sesuai dalam penggunaannya. Larutan kimia SC, SS, SB, dan MBT dapat menurunkan nilai ΔE^* , sehingga dapat berpotensi mempertahankan warna alami kayu walaupun masih terbatas baik pada jenis kayu maupun tempat penyimpanannya. Didapatkan bahwa nilai perbedaan warna pada kayu yang disimpan di luar ruangan lebih besar yaitu 37,61 dibandingkan dengan nilai perbedaan warna pada kayu yang disimpan di dalam ruangan yakni 35,43, namun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Hal ini disebabkan waktu yang digunakan dalam penelitian ini relatif singkat sehingga tidak memberikan pengaruh yang nyata dalam pewarnaan kayu. Menurut Ilic (1990) dalam Krisdianto (2007), penelitian seharusnya dilakukan selama satu tahun, sehingga kondisi bulan basah dan bulan kering terwakili.

Pengeringan kayu dapat dipengaruhi oleh panas (suhu) dan kelembapan relatif (*relative humidity/rH*). Data suhu dan kelembapan relatif (rH) udara tempat penyimpanan contoh uji kayu di luar dan dalam ruangan disajikan pada Tabel 5.

Kelembapan relatif (rH) rata-rata di luar ruangan lebih rendah dibandingkan

dengan tempat penyimpanan di dalam ruangan, sedangkan suhu rata-rata di luar ruangan lebih tinggi (29°C) dibandingkan dengan suhu di dalam ruangan (23°C). Menurut Rice *et al.* (2008), suhu optimum untuk pertumbuhan jamur biru berkisar antara 20-25°C. Hal ini menjadi salah satu faktor penyebab contoh uji kayu yang disimpan di dalam ruangan cenderung rentan terhadap serangan jamur biru, ditambah lagi rHnya yang lebih tinggi.

Kadar air kayu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kerentanan kayu terhadap serangan jamur biru (*blue stain*) (Carey, 1975 dalam Martono, 2012). Hasil pengukuran kadar air dan kehilangan berat pada kayu tusam dan kemiri di tempat terbuka (*outdoor*) dan dalam ruangan (*indoor*) dapat dilihat pada Tabel 5.

Kayu tusam mempunyai kandungan gum tinggi yang membentuk gel, larutan ataupun suspensi kental dengan konsentrasi rendah, sehingga dapat menahan kadar air dalam serat dan memicu tumbuhnya jamur *blue stain* (Koch, 2008). Selain itu, menurut Ilic (1990) dalam Krisdianto (2007), bahwa kadar air tinggi menyebabkan warna kayu menjadi lebih terang, sehingga pernyataan ini mendukung hasil data yang diperoleh bahwa kayu tusam memiliki nilai L^* lebih tinggi dibandingkan kayu kemiri.

Tabel 5. Kadar Air Kayu, Kelembapan Relatif, Suhu Udara di Tempat Penyimpanan

Tempat penyimpanan	Kayu Tusam			Kayu kemiri		
	Kadar air (%)	Kelembapan relatif udara, %	Suhu udara (Air temperature), °C	Kadar air (%)	Kelembapan relatif udara, %	Suhu udara (Air temperature), °C
Di luar ruangan	29,14	72±2,5	29±2,6	17,55	72±2,5	29±2,6
Di dalam ruangan	24,23	80±2,8	23±2,3	19,94	80±2,8	23±2,3
Rata-rata	26,70	76±2,6	26±2,4	18,75	76±2,6	26±2,4

Keterangan : ± : Standar deviasi

KESIMPULAN

Secara umum kayu tusam dan contoh uji yang disimpan di dalam ruangan memiliki nilai kecerahan (L^*) lebih tinggi dibandingkan dengan kayu kemiri dan contoh uji yang disimpan di luar ruangan. Perlakuan kimia yaitu SS, SB dan MBT dapat menurunkan perbedaan warna sehingga berpotensi dalam mempertahankan warna alami kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- Allegretti, O., L. Travan, R. Cividini. 2009. Drying techniques to obtain white beech. *Proceedings of EDG Conference*, 23 April 2009. Bled, Slovenia: 7-13.
- Barly, B., D. Martono, A. Abdurachman. 2012. Pengawetan warna kayu tusam dan pulai dengan menggunakan bahan dasar disinfektan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 30 (2): 155-162.
- de Guzman, C.C., & J. S. Siemonsma. 1999. *Plant resources of South-East Asia, No.13. Spices*. Backhuys Publishers. Leiden.
- Dubey, K. M., S. Pang, J. Walker. 2010. Color and dimensional stability of oil heat-treated radiata pinewood after accelerated UV weathering. *Forest Prod. J.* 60 (5): 453-459.
- Ismanto, A & M. Iqbal. 2013. Pencegahan perubahan warna pada kayu jamuju (*Podocarpus imbricatus*) dan kisampang (*Evodia aromatica* BL.) dengan bahan dasar disinfektan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 31 (3). 213-220.
- Koch, G. 2008. Discoloration of wood in the living tree and during processing. *Proceedings of Conference COST E53*, 29-30 October 2008, Delf, The Netherlands: 11-18.
- Krisdianto. 2007. Colour differences of pine and eucalyptus. *Journal of Forestry Research*. 4 (2): 83-91.
- Lemmens, R. H. M. J., I. Soerianegara, W. C. Wong. 1994. *Timber trees: Major commercial timbers No 5 (1)*. Pudoc, Wageningen. 1994/Prosea, Bogor.
- Lukmandaru, G., S. Fatimah, A. Fernandes. 2015. Sifat kimia dan warna kayu keruing, mersawa dan kapur. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*. 1 (2): 69-80.
- Martono, D. 2012. Peranan pengawetan propilaktik dalam efisiensi pemanfaatan bahan kayu dan lignoselulosa lain. *Himpunan Karya Ilmiah*. Badan Litbang Kehutanan-Kementerian Kehutanan. Bogor: 129-151.
- Ott, R. L. 1994. *An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis*. Duxbury Press. Belmont, CA. USA.
- Rice, A.V., M. N. Thormann, D. W. Langor. 2008. Mountain pine beetle-associated blue stain fungi are differentially adapted to boreal temperatures. *For. Pathol.* 38 (2): 113-123.
- Wenli, T & W. Yiqiang. 2010. *Study on discolorization technology of Paulonia timber suitable middle and small wood Processing Enterprises*. Collage Materials Sciences and Engineering. Central South University of Forestry and Technology. Chengsha, China.
- Uzunovic, A., T. Byrne, M. Gicnac, Y. Dian-Qing. 2008. *Wood Discolourations and their Prevention*. F.P. Innovations. Canada.

PENGARUH PENCUCIAN TERHADAP KADAR KLORIDA PADA PROSES PEMBUATAN KARAGINAN DARI RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii*

Farhana Septriana Rahmat¹⁾, Srikandi^{2)*}, RTM Sutamihardja¹⁾

¹⁾Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, UNB Bogor

²⁾Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, UNB Bogor

Jl. K.H. Sholeh Iskandar Km. 4 Cimanggu, Tanah Sareal, Bogor 16166

Telp. 0251-8340217, 7535605

*e-mail: sriuus@yahoo.co.id

ABSTRACT

Washing Effects of Chloride Content in Process of Making Carrageenan of Seaweed, *Eucheuma cottonii*

*This study was conducted experimentally using Completely Randomized Design (CRD) with three (3) of standard treatments and three (3) replications. Stages of treatments included: Extraction of seaweed with three stages: extraction of seaweed with normal washing process, the twice extraction of the seaweed with laundering at the beginning, and four times extraction of the seaweed with the washing at the end. Drying of seaweed extraction, milling of dried seaweed to be come carrageenan, and filtering. Carrageenan screening results conducted to determine the yield, test physical parameters such as viscosity, pH, water content, the gel strength, and ash content. And also test the chemical parameters such as levels of sulphate and chloride levels (as cleaning KCl based). The results showed that the washing process four times in the end give chloride levels (as KCl based cleaning) was lowest with an average of 0,16%, compared to the treatment washing process twice in the beginning with an average of 0,33%. And the manual process of KCl based cleaning with an average of 0,49% therefore the normal process of providing value levels of chloride as KCl based cleaning was the highest. The results of the study concluded that the washing process at the beginning and at the end, affect the chloride levels based cleaning obtained at below 2%. The washing process that can be used for the manufacture of carrageenan of the seaweed (*Eucheuma cottonii*) were the best in the washing process four times at the end.*

Keywords: *Eucheuma cottonii*, leaching, chloride, carrageenan

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 (tiga) taraf perlakuan masing-masing 3 (tiga) kali ulangan. Tahapan kerja meliputi: Ekstraksi rumput laut dengan tiga tahapan yaitu ekstraksi rumput laut dengan proses pencucian normal, ekstraksi rumput laut dengan pencucian di awal sebanyak dua kali, dan ekstraksi rumput laut dengan pencucian di akhir sebanyak empat kali. Pengeringan hasil ekstraksi rumput laut, penggilingan rumput laut kering hingga menjadi karaginan, dan penyaringan. Hasil penyaringan karaginan dilakukan penentuan rendemen, uji parameter fisik seperti viskositas, pH, kadar air, kekuatan gel, dan kadar abu. Serta uji parameter kimia seperti kadar sulfat dan kadar klorida sebagai KCl *dry based*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan proses pencucian empat kali di akhir memberikan nilai kadar klorida sebagai KCl *dry based* terendah dengan rata-rata 0,16%, dibandingkan dengan perlakuan proses pencucian dua kali di awal dengan rata-rata 0,33%, dan proses manual (sebagai KCl *dry based*) dengan nilai rata-rata 0,49%, jadi proses normal memberikan nilai kadar klorida (sebagai KCl *dry based*) yang menghasilkan nilai tertinggi. Hasil penelitian disimpulkan bahwa proses pencucian di awal dan di akhir, berpengaruh terhadap kadar klorida *dry based* yang diperoleh yaitu di bawah 2 %. Proses pencucian yang dapat digunakan untuk pembuatan karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii* yang terbaik yaitu proses pencucian empat kali di akhir.

Kata kunci : *Eucheuma cottonii*, pencucian, klorida, karaginan

PENDAHULUAN

Rumput laut merupakan jenis tanaman perairan yang saat ini telah banyak dibudidayakan, salah satunya adalah *Eucheuma cottonii*. Jenis ini mempunyai nilai ekonomis yang penting karena digunakan sebagai penghasil karaginan. Dalam dunia industri dan perdagangan karaginan mempunyai manfaat yang sama dengan agar-agar dan alginat, karaginan dapat digunakan sebagai bahan baku industri farmasi, kosmetik, makanan, dan lain-lain (Mubarak *et al.*, 1990).

Ekstraksi karaginan dari rumput laut *Eucheuma* pada prinsipnya merebus rumput laut dalam larutan alkali kemudian disaring, diendapkan, dipres dan dikeringkan kembali. Ekstraksi dipengaruhi beberapa faktor antara lain lama proses ekstraksi dan temperatur ekstraksi. Proses ekstraksi dengan alkali mempunyai fungsi untuk membantu ekstraksi polisakarida menjadi lebih sempurna sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel (Towle, 1973).

Kadar klorida dalam karaginan ditentukan oleh asal rumput laut, jenis rumput laut dan proses ekstraksinya. Faktor yang paling menentukan adalah proses ekstraksinya. Ekstraksi karaginan pada umumnya menggunakan larutan alkali (perlakuan alkali). Larutan alkali yang banyak digunakan adalah senyawa basa kuat (KOH/NaOH). Proses ekstraksi menggunakan basa kuat adalah yang paling berpeluang menyebabkan tingginya kadar klorida dalam karaginan. Hal ini disebabkan residu KOH/NaOH akan berdisosiasi dalam air, sehingga akan mengikat ion klorida bebas dalam air membentuk garam KCl/NaCl. Garam ini akan berikatan dengan rumput laut (Sumiyawati, 2009).

Bahan baku utama dalam proses pembuatan karaginan adalah air. Oleh karena itu, tanpa ketersediaan air yang cukup akan sulit didapatkan produk karaginan yang bermutu tinggi (Basmal *et al.*, 2009). Adanya garam klorida (KCl/NaCl) sebenarnya dapat dieleminasi dengan melakukan pencucian beberapa kali. Garam klorida akan larut dalam air sehingga rumput laut akan terbebas dari garam klorida atau setidaknya akan

berkurang, karena ada klorida yang berikatan kuat dengan struktur karaginan (Sumiyawati, 2009).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan yaitu rumput laut kering jenis *Eucheuma cottonii* yang dipanen dari Kecamatan Simpenan Kabupaten Sukabumi umur panen 45 hari, KOH teknis $\geq 85\%$, air, air demin, H_2O_2 30%, $BaCl_2 \cdot 2H_2O$, HCl 0,1 N, KCl teknis, Larutan standard $AgNO_3$ 0,1 N, Indikator ($K_2CrO_4 + K_2Cr_2O_7$).

Peralatan yang digunakan yaitu *water batch*, termometer, pengaduk, ekstraktor, kain belacu, mesin penggiling, penyaring *mesh* 40, wadah *stainless steel*, plastik, *magnetic stirrer*, neraca analitik (Mettler Toledo AL 204), Muffle Furnace model XL-1, pH meter EUTECH, viscometer Brookfield LVT, LFRA (TA-XT2 APPLICATION STUDY), penangas air, oven 202-1 AB Chansha Kaiyuan Instrument Co., Ltd, lemari es, buret, cawan porselen, dan alat-alat gelas lainnya.

Prosedur Penelitian

1. Proses Pencucian

a. Proses Pencucian Normal

Rumput laut *Eucheuma cottonii* ditimbang ± 100 g, kemudian rumput laut dipotong menjadi ukuran 4-5 cm dan dicuci dengan cara melewati air menuju ekstraktor yang sudah terisi larutan KOH 7%. *Eucheuma cottonii* diekstraksi dengan larutan KOH 7% dengan temperatur $80^\circ C$ selama 3 jam (Basmal, 2003). Perbandingan pelarut dan bahan baku 20 mL : 1 g (Yasita *et al.*, 2009). Hasil ekstraksi dicuci dengan air selama 30 menit dengan adanya penambahan H_2O_2 . Hasil ekstraksi yang telah dicuci ditiriskan dan siap untuk dikeringkan menggunakan oven dengan temperatur $40^\circ C$ atau dengan sinar matahari.

Rumput laut kering dihaluskan hingga menjadi tepung, kemudian disaring dengan ukuran 40 *mesh*. Hasil penyaringan diuji parameter fisik (viskositas, pH, kekuatan gel, kadar air, dan kadar abu) dan

uji parameter kimia (kadar sulfat dan kadar Cl sebagai KCl (db)).

b. Proses Pencucian Rumput Laut Dua Kali di Awal

Rumput laut *Eucheuma cottonii* ditimbang ± 100 g, kemudian rumput laut dipotong menjadi ukuran 4-5 cm dan dimasukkan ke dalam wadah pencucian. Rumput laut dicuci dengan air selama 15 menit, kemudian rumput laut ditiriskan dan dimasukkan kembali ke wadah pencucian selama 15 menit. Rumput laut ditiriskan dan dimasukkan ke dalam ekstraktor yang sudah terisi larutan KOH 7%. *Eucheuma cottoni* diekstraksi dengan larutan KOH 7% dengan temperatur 80°C selama 3 jam (Basmal, 2003). Perbandingan pelarut dan bahan baku 20 mL : 1 g (Yasita *et.al.*, 2009). Hasil ekstraksi dicuci dengan air selama 30 menit dengan adanya penambahan H₂O₂. Hasil ekstraksi yang telah dicuci ditiriskan dan siap untuk dikeringkan menggunakan oven dengan temperatur 40°C atau dengan sinar matahari.

Rumput laut kering dihaluskan hingga menjadi tepung, kemudian disaring dengan ukuran 40 mesh. Hasil penyaringan diuji parameter fisik (viskositas, pH, kekuatan gel, kadar air, dan kadar abu) dan uji parameter kimia (kadar sulfat dan kadar Cl sebagai KCl (db)).

c. Proses Pencucian Rumput Laut Empat Kali di Akhir

Rumput laut *Eucheuma cottonii* ditimbang ± 100 g, kemudian rumput laut dipotong menjadi ukuran 4-5 cm dan dicuci dengan cara melewati air menuju ekstraktor yang sudah terisi larutan KOH 7%. *Eucheuma cottoni* diekstraksi dengan larutan KOH 7% dengan temperatur 80°C selama 3 jam (Basmal, 2003). Perbandingan pelarut dan bahan baku 20 mL : 1 g (Yasita *et.al.*, 2009). Hasil ekstraksi dicuci dengan air selama 15 menit dengan adanya penambahan H₂O₂, ditiriskan dan dicuci kembali dengan air selama 15 menit, ditiriskan dan dicuci kembali dengan air selama 15 menit, ditiriskan dan dicuci kembali dengan air selama 15 menit. Hasil ekstraksi yang telah dicuci ditiriskan dan

siap untuk dikeringkan menggunakan oven dengan temperatur 40°C atau dengan sinar matahari.

Rumput laut kering dihaluskan hingga menjadi tepung, kemudian disaring dengan ukuran 40 mesh. Hasil penyaringan diuji parameter fisik (viskositas, pH, kekuatan gel, kadar air, dan kadar abu) dan uji parameter kimia (kadar sulfat dan kadar Cl sebagai KCl (db)).

2. Rendemen (FMC Corp, 1977)

Rendemen karaginan sebagai hasil ekstraksi dihitung berdasarkan rasio antara berat karaginan yang dihasilkan dengan berat rumput laut.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Bobot kering karaginan}}{\text{Bobot rumput laut}} \times 100 \%$$

3. Uji Parameter Fisik

3.1. Kadar Air (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Sampel karaginan ditimbang 1 g dalam cawan bersih yang telah ditera, dikeringkan dalam oven pada temperatur 100-105°C selama 3 jam. Cawan yang berisi sampel didinginkan di dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang hingga beratnya konstan. Kadar air adalah selisih massa cawan awal dikurangi massa cawan akhir.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{kehilangan bobot (g)}}{\text{berat awal sampel (g)}} \times 100 \%$$

3.2. Analisis pH

pH meter dikalibrasi dengan menggunakan pH standar 7 dan 10. Setelah suhu 60°C, larutan sampel diukur dengan pH meter. Hasil analisis dicatat.

3.3. Analisis Viskositas (FMC Corp, 1977)

Sampel ditimbang sebanyak 7,5 g ke dalam beaker glass 500 mL. 500 mL aquadest ditambahkan ke dalam beaker glass 500 mL berisi sampel. Beaker glass berisi larutan sampel tersebut ditempatkan di atas hot plate atau heating jacket sambil terus diaduk

dengan *magnetic* atau *over head stirrer* hingga homogen, dan dipanaskan hingga suhu mencapai $\pm 78^{\circ}\text{C}$. Suhu tersebut dijaga selama beberapa waktu. Viskositas diukur pada suhu 75°C menggunakan *Viscometer Brookfield*. Hasil analisis dicatat.

3.4. Analisis Kekuatan Gel (FMC Corp, 1977)

Sampel karaginan sebanyak 3 g dilarutkan dengan 197 g air. Berat semua larutan ditetapkan menjadi 200 g sehingga konsentrasi larutan menjadi 1,5% (b/b). Larutan lalu dipanaskan di atas *hot plate* dengan pengadukan secara teratur sampai temperatur 80°C atau temperatur gelatinisasi yaitu suhu dimana larutan polisakarida menjadi lebih kental karena kemampuan mengikat air.

Larutan panas dimasukkan kedalam cetakan berdiameter kira-kira 4 cm dan dibiarkan pada suhu 10°C (suhu pendingin) selama ± 12 jam. Setelah membentuk gel, kekuatannya diukur dengan alat *TX texture analyzer*.

3.5. Analisis Kadar Abu (AOAC, 1995)

Sampel karaginan sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam cawan porselen yang telah dikeringkan dan diketahui beratnya, kemudian dipijarkan di tanur pada temperatur 600°C selama 6 jam. Cawan beserta abu didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{Bobot abu}}{\text{Bobot sampel}} \times 100\%$$

4. Uji parameter kimia

4.1. Analisis Kadar Klorida Sebagai KCl Dry Based (Cybercolloids, 2009)

Kappa karaginan ditimbang dengan tepat sebanyak 500 mg ke dalam erlemeyer 250 mL (dicatat beratnya). Sebanyak 50 mL aquadest ditambahkan ke dalam erlemeyer, kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama lima menit hingga homogen. Larutan indikator ($\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) sebanyak

1 mL ditambahkan ke dalam erlemeyer. Sampel dititrasi dengan perak nitrat (AgNO_3 0,1 N) sampai terbentuk endapan merah bata. Volume titar dicatat dan dihitung kadar Cl dan KCl (db).

4.2 Analisis Kadar Sulfat (Wiratni et al., 2010)

Sampel karaginan ditimbang sebanyak 0,5 g dan dimasukkan ke dalam labu erlemeyer yang ditambahkan 50 mL HCl 0,1 N selama 15 menit pada temperatur didih. Selanjutnya ditambahkan 10 mL larutan BaCl_2 0,25 M di atas penangas air selama 5 menit. Larutan didinginkan selama 5 jam. Endapan yang terbentuk disaring dengan kertas saring tak berabu dan dicuci dengan akuades mendidih hingga bebas klorida, kemudian dibakar dalam *furnace* pada temperatur 700°C selama 1 jam. Berat abu putih merupakan berat BaSO_4 , kemudian dihitung kadar sulfat.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan acak lengkap dengan tiga taraf perlakuan masing-masing tiga kali ulangan yaitu ekstraksi rumput dengan proses pencucian normal, ekstraksi rumput laut dengan pencucian di awal sebanyak dua kali, dan ekstraksi rumput laut dengan pencucian di akhir sebanyak empat kali memiliki model sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} ; \text{dimana}$$

$$Y_{ij} = \text{nilai pengamatan ke-} i \ (i = 1,2,3)$$

$$\text{ulangan ke-} j \ (j = 1,2,3)$$

$$\mu = \text{nilai tengah umum}$$

$$\tau_i = \text{pengaruh perlakuan ke-} i$$

$$\varepsilon_{ij} = \text{galat percobaan pada perlakuan ke-} i \text{ ulangan ke-} j$$

Untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan, dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) pada $\alpha = 0,01$ dan uji lanjut wilayah berganda Duncan pada hasil analisis yang berbeda nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pencucian

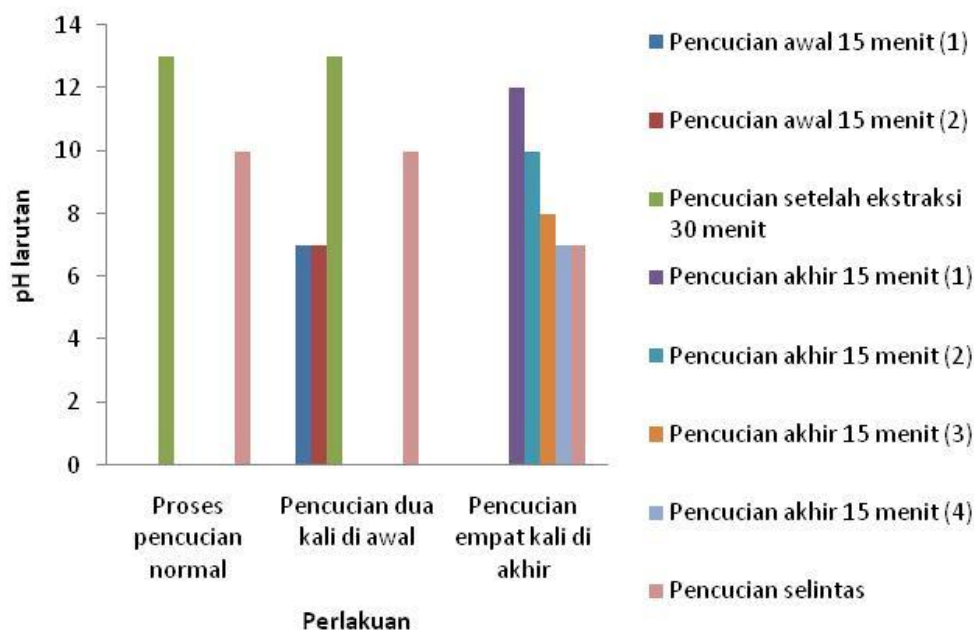
Pencucian bertujuan untuk menghilangkan kotoran-kotoran berupa pasir, kerikil, maupun jenis kotoran lainnya yang terdapat dalam rumput laut. Selain itu, pencucian juga bertujuan melarutkan bahan kimia yang ditambahkan untuk memperbaiki kualitas produk. pH larutan hasil pencucian mencapai 7, disebabkan KOH yang berikatan dengan rumput laut larut dalam air sehingga rumput laut akan terbebas dari KOH dan diduga semakin rendah nilai pH larutan hasil pencucian maka semakin rendah kadar klorida yang diperoleh.

Proses ekstraksi dengan alkali yaitu membantu ekstraksi polisakarida menjadi lebih sempurna dan mempercepat

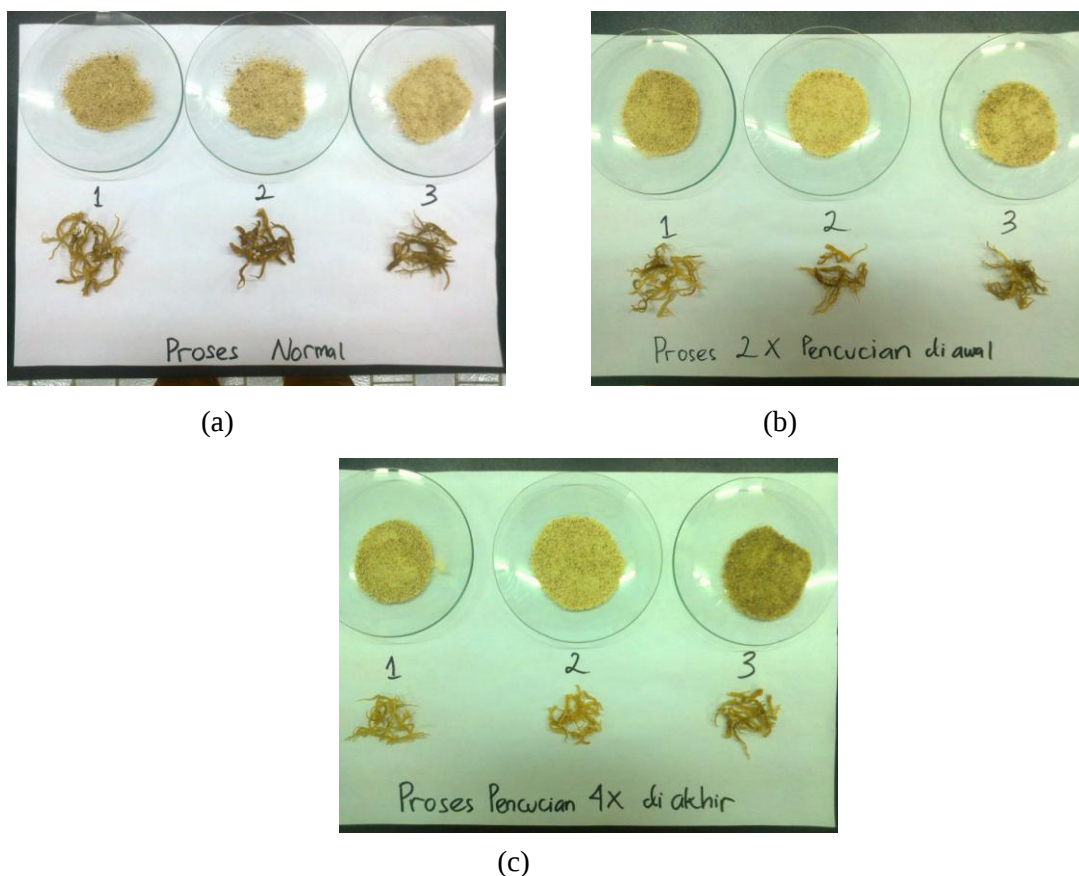
eliminasi 6-sulfat dari monomer menjadi 3,6-Anhydro-D-Galaktosa sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel (Towle, 1973). Ekstraksi karaginan menggunakan KOH dapat berpengaruh terhadap kenaikan rendemen dan mutu karaginan yang dihasilkan (Patria, 2008).

Rendemen

Efektif dan efisiennya proses ekstraksi bahan baku untuk pembuatan karaginan dapat dilihat dari nilai rendemen yang dihasilkan. Proses pencucian dapat mempengaruhi warna rendemen karaginan yaitu pada proses pencucian empat kali menghasilkan warna yang lebih terang dibandingkan dengan proses pencucian dua kali di awal dan proses pencucian normal. Hasil rendemen karaginan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Nilai pH Larutan Proses Pencucian Rumput Laut *Eucheuma cottonii*



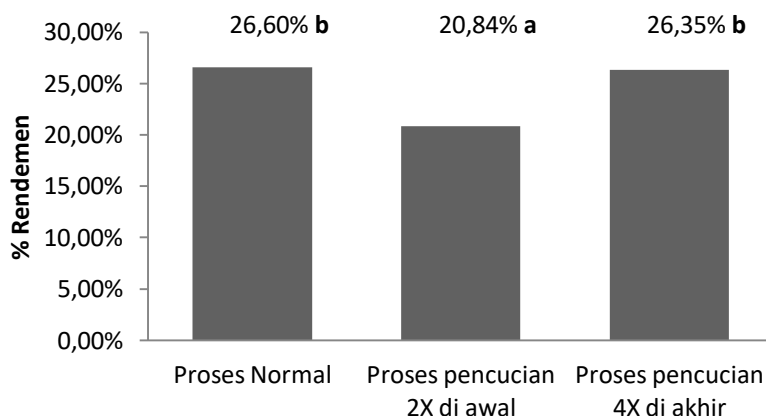
Gambar 2. Hasil Rendemen Karaginan, (a) Normal, (b) Proses 2x Pencucian di Awal, (c) Proses Pencucian 4x di akhir

Rata-rata nilai rendemen karaginan yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 20,84 - 26,60%. Nilai rendemen tertinggi diperoleh dari perlakuan proses normal yaitu sebesar 26,60%, sedangkan rendemen terendah diperoleh dari perlakuan proses pencucian dua kali di awal sebesar 20,84%. Rendemen yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi standar persyaratan minimum rendemen karaginan yang ditetapkan oleh Departemen Perdagangan (1989), yaitu sebesar 25% (Yasita *et al.*, 2009).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa proses pencucian memberikan pengaruh sangat nyata terhadap rendemen karaginan yang dihasilkan. Berdasarkan uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa rata-rata perlakuan proses normal memberikan nilai rendemen tertinggi dan tidak berbeda sangat nyata dengan perlakuan proses pencucian empat kali di akhir. Sedangkan

perlakuan proses pencucian dua kali di awal berbeda sangat nyata dengan perlakuan proses normal dan perlakuan proses pencucian empat kali di akhir.

Pengaruh modifikasi pencucian terhadap rendemen karaginan *Eucheuma cottonii* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa rendemen karaginan mengalami penurunan dengan adanya pengaruh pencucian. Hasil rata-rata rendemen berdasarkan pengaruh pencucian menunjukkan bahwa perlakuan pencucian dua kali di awal mengandung rendemen lebih rendah dibandingkan perlakuan proses pencucian empat kali di akhir dan proses normal. Hal ini diduga semakin banyak pencucian di awal maka nilai rendemen semakin rendah karena semakin banyak kandungan karaginan yang terbuang dalam rumput laut selama proses pencucian.



Gambar 3. Pengaruh Modifikasi Pencucian terhadap Rendemen Karaginan

Selain itu dalam proses pembuatan karaginan, rumput laut diekstraksi dalam larutan alkali 7% selama 3 jam pada temperatur 80-85°C. Dengan proses seperti ini diduga rumput laut yang mengalami perlakuan pencucian dua kali di awal mengalami kerusakan pada bagian dinding sel, dan adanya perlakuan pencucian setelah proses ekstraksi bagian yang rusak ini terkikis atau terbuang sehingga mengurangi rendemen karaginan. Begitu juga dengan perlakuan pencucian empat kali di akhir, perlakuan pencucian ini diduga mempengaruhi keadaan fisik dari rumput laut yang menyebabkan terjadinya pengikisan pada saat pencucian.

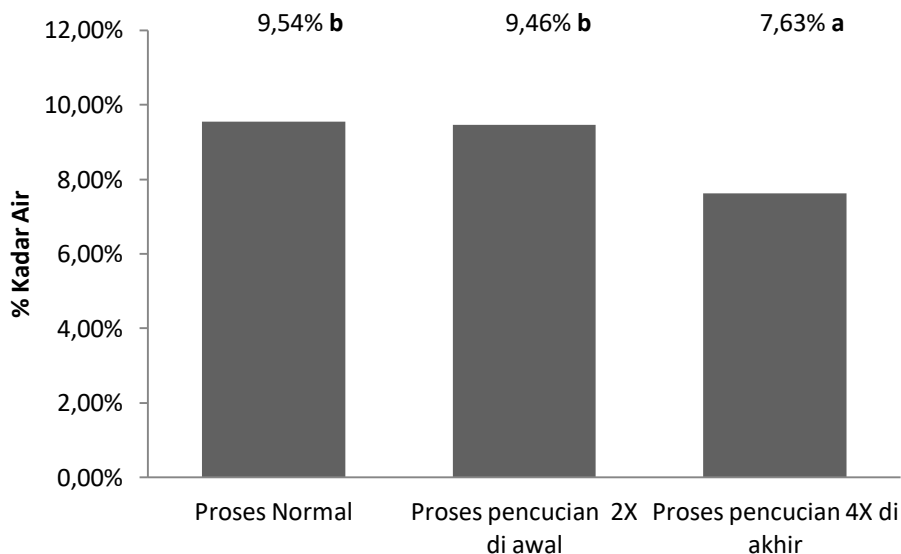
Uji Parameter Fisik

1. Kadar Air

Salah satu persyaratan mutu karaginan adalah nilai kadar air yang telah dipersyaratkan baik dalam perdagangan maupun standar *Food Chemical Codex* (FCC, 1981) yaitu 10-12%. Faktor yang mempengaruhi kadar air dalam produk karaginan antara lain sistem pengeringan, sifat bawaan produk seperti adanya ion yang bersifat higroskopis dan adanya faktor perlakuan dalam proses pembuatan karaginan seperti penggunaan bahan kimia KOH

yang mudah sekali menyerap uap air dari udara ke dalam produk karaginan (Basmal, 2009). Hasil pengukuran kadar air pada penelitian ini berkisar antara 7,63-9,54%. Kadar air karaginan yang tertinggi diperoleh dari perlakuan proses normal yaitu 9,54%, sedangkan terendah dari perlakuan proses pencucian empat kali di akhir yaitu 7,63%. Kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini masih memenuhi kisaran standar mutu karaginan yang ditetapkan oleh FAO yaitu maksimum 12%. Pengaruh pencucian terhadap kadar air karaginan rumput laut *Eucheuma cottonii* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.

Hasil analisis ragam kadar air karaginan menunjukkan bahwa proses pencucian berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air karaginan yang dihasilkan. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan proses normal memberikan nilai kadar air tertinggi dan tidak berbeda sangat nyata dengan perlakuan proses pencucian dua kali di awal. Sedangkan perlakuan proses pencucian empat kali di akhir berbeda sangat nyata dengan perlakuan proses normal dan perlakuan proses pencucian dua kali di awal.

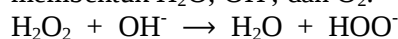


Gambar 4. Pengaruh Modifikasi Pencucian terhadap Kadar Air Karaginan

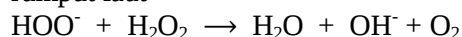
Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa kadar air karaginan mengalami penurunan dengan adanya pengaruh pencucian. Penurunan ini disebabkan karena perbandingan air yang lebih tinggi dimana jumlah air yang banyak menyebabkan jumlah air bebas juga banyak sehingga lebih mudah mengalami proses penguapan. Selain itu, senyawa-senyawa yang ikut terlarut di dalamnya ikut menguap ketika dipanaskan. Sebaliknya dengan perbandingan air yang lebih sedikit menyebabkan kadar air semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena air yang sedikit akan terikat secara kimia sehingga sulit untuk diuapkan (Arfini, 2011). Menurut (Yasita *et al.*, 2009) adanya penambahan H_2O_2 memberikan pengaruh terhadap kadar air karaginan yang dihasilkan. Hal ini terbukti pada perlakuan proses normal dan perlakuan proses pencucian dua kali di awal memiliki kadar air yang cukup tinggi dibandingkan dengan perlakuan proses pencucian empat kali di akhir. Hal ini disebabkan pemutih yang digunakan adalah hidrogen peroksida (H_2O_2), dimana atom H dan O nya dapat membentuk senyawa H_2O yang mengakibatkan kadar airnya bertambah. Sedangkan pada perlakuan pencucian empat kali di akhir, H_2O_2 terlarutkan oleh air saat proses pencucian sehingga atom H

dan O nya tidak dapat membentuk senyawa H_2O .

Penambahan H_2O_2 pada proses pencucian dapat bereaksi dengan OH^- dari larutan ekstraksi yaitu KOH yang masih melekat pada rumput laut. Reaksi yang terjadi menghasilkan H_2O dan HOO^- . Apabila larutan ekstraksi masih melekat pada rumput laut, maka terdapat reaksi lanjutan yaitu antara HOO^- dengan H_2O_2 membentuk H_2O , OH^- , dan O_2 .



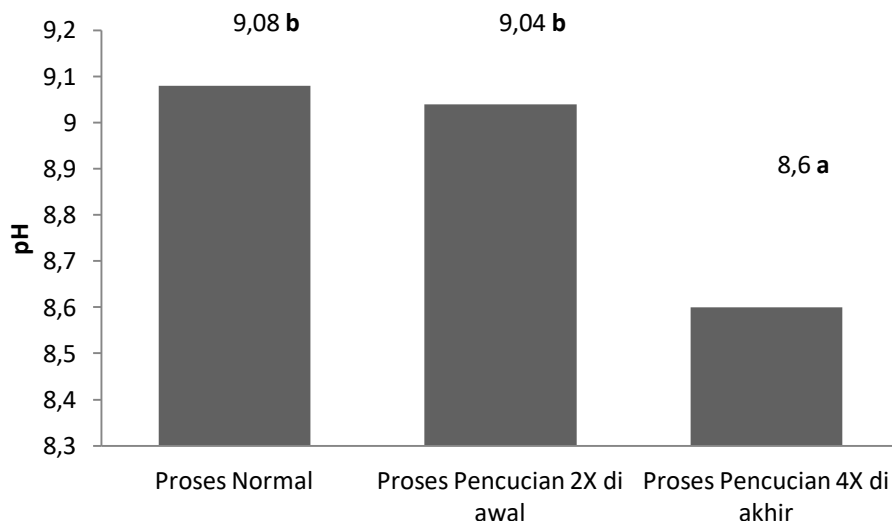
Jika masih ada alkali yang melekat pada rumput laut



Rendahnya kadar air karaginan yang diperoleh diharapkan dapat memperpanjang masa simpan karaginan (Arfini, 2011).

2. Nilai pH

Nilai pH merupakan derajat keasaman untuk menyatakan tingkat keasamaan atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai $pH > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $pH < 7$ menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi.



Gambar 5. Pengaruh Modifikasi Pencucian terhadap Nilai pH Karaginan

Rata-rata nilai pH karaginan yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 8,60-9,0. Nilai pH terendah diperoleh dari perlakuan proses empat kali pencucian di akhir sebesar 8,60, sedangkan nilai pH tertinggi diperoleh dari perlakuan proses normal sebesar 9,08.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa proses pencucian memberikan pengaruh sangat nyata terhadap pH karaginan yang dihasilkan. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan proses pencucian empat kali di akhir memberikan nilai pH terendah dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan proses pencucian dua kali di awal dan perlakuan proses normal.

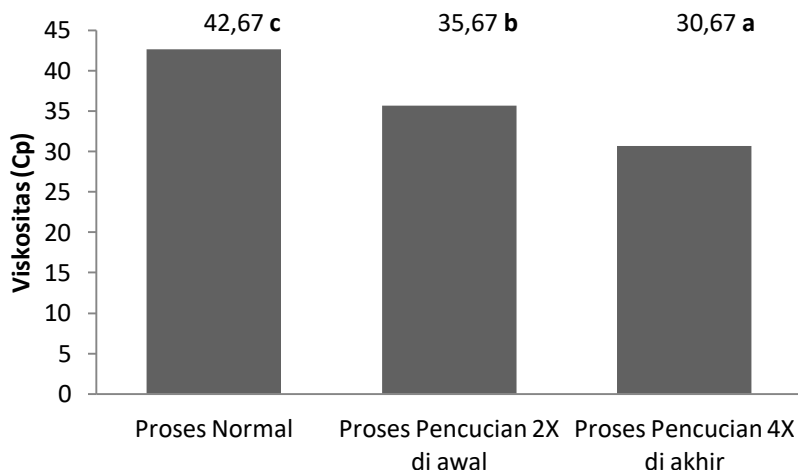
Pengaruh modifikasi pencucian terhadap nilai pH karaginan *Eucheuma cottonii* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5. Dengan adanya modifikasi pencucian, maka nilai pH karaginan relatif menurun. Penurunan ini disebabkan karena KOH yang berikatan dengan rumput laut akan larut dalam air sehingga rumput laut akan terbebas dari KOH atau setidaknya akan berkurang. Hal ini terbukti pada perlakuan proses pencucian empat kali di akhir memiliki nilai pH lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan proses pencucian dua kali di awal dan perlakuan proses normal. Semakin rendah nilai pH maka viskositasnya juga akan menurun,

hal ini dikarenakan karena ion H^+ membantu proses hidrolisa ikatan glikosidik pada molekul karaginan (Montero *et al.*, 2002).

3. Viskositas

Viskositas merupakan salah satu fisik karaginan yang cukup penting. Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan karaginan sebagai larutan pada konsentrasi dan suhu tertentu. Rata-rata nilai viskositas karaginan yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 30,67 – 42,67 Cp. Nilai viskositas tertinggi diperoleh dari perlakuan proses normal sebesar 42,67 Cp, sedangkan viskositas terendah diperoleh dari perlakuan proses pencucian empat kali di akhir sebesar 30,67 Cp. Viskositas karaginan yang diperoleh pada penelitian ini memenuhi standar yang ditetapkan oleh FAO minimal 5 Cp dan maksimal 800 Cp.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa proses pencucian memberikan pengaruh sangat nyata terhadap viskositas karaginan yang dihasilkan. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan proses pencucian empat kali di akhir memberikan nilai viskositas terendah dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan proses pencucian dua kali di awal dan perlakuan proses normal.



Gambar 6. Pengaruh Modifikasi Pencucian terhadap Viskositas Karaginan

Dengan adanya modifikasi pencucian maka viskositas karaginan relatif menurun (Gambar 6). Hal ini disebabkan karena kandungan sulfat yang bermuatan negatif semakin banyak melakukan tolakan (*repulsion*) satu sama lain sehingga air yang berada disekitar polimer jika jumlahnya lebih sedikit akan lebih mudah terimobilisasi yang menyebabkan larutan bersifat kental yang juga berarti viskositas larutan tinggi (Towle, 1973; Arfini, 2011). Hal ini terbukti pada perlakuan proses normal memiliki viskositas lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan proses pencucian dua kali di awal dan perlakuan proses pencucian empat kali di akhir. Tinggi rendahnya viskositas karaginan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh banyaknya gugus sulfat pada rantai karaginan. Semakin tinggi viskositas menunjukkan banyaknya ion sulfat yang bereaksi dengan karaginan (Basmal *et.al.*, 2009). Jadi, keberadaan sulfat dalam karaginan sangat mempengaruhi daya kelarutan karaginan dalam air, karena sifat sulfat yang dapat mengikat molekul air sehingga tepung karaginan yang mengandung sulfat yang tinggi akan mudah larut dalam air.

4. Kekuatan Gel

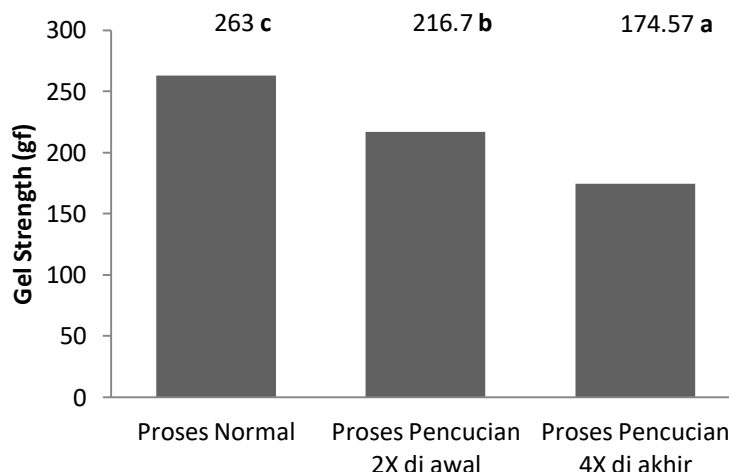
Kekuatan gel merupakan sifat fisik utama karaginan, karena kekuatan gel menunjukkan kemampuan karaginan dalam pembentukan gel. Kekuatan gel karaginan

dinyatakan sebagai *breaking force* yang didefinisikan sebagai beban maksimum yang dibutuhkan untuk memecahkan matriks polimer pada daerah yang dibebani (Suheti, 2000).

Rata-rata nilai kekuatan gel karaginan yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 174,57-263 gf. Nilai kekuatan gel tertinggi diperoleh dari perlakuan proses normal sebesar 263 gf, sedangkan nilai kekuatan gel terendah diperoleh dari perlakuan proses pencucian empat kali di akhir sebesar 174,57 gf.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa proses pencucian memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kekuatan gel karaginan yang dihasilkan. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan proses pencucian empat kali di akhir memberikan nilai kekuatan gel terendah dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan proses pencucian dua kali di awal dan perlakuan proses normal.

Dengan adanya modifikasi pencucian, maka kekuatan gel karaginan relatif menurun (Gambar 7). Penurunan ini disebabkan oleh mineral-mineral terlarut yang keluar bersama cairan rumput laut pada saat proses pencucian. Beberapa mineral atau ion logam sangat mempengaruhi dalam pembentukan gel karaginan, seperti ion K, Ca, Mg, dan Na yang dapat meningkatkan kekuatan gel (Zabik & Aldrich, 1968).



Gambar 7. Pengaruh Modifikasi Pencucian terhadap Kekuatan Gel Karaginan

Penggunaan KOH dalam proses ekstraksi juga mampu meningkatkan kekuatan gel kappa karaginan. Hal ini disebabkan karena kappa karaginan sensitif terhadap ion K^+ yang mampu meningkatkan kekuatan ionik dalam rantai polimer karaginan sehingga gaya antar molekul terlarut semakin besar yang menyebabkan keseimbangan antara ion – ion yang larut dengan ion – ion yang terikat didalam struktur karaginan dapat membentuk gel (Hakim, 2011).

5. Kadar Abu

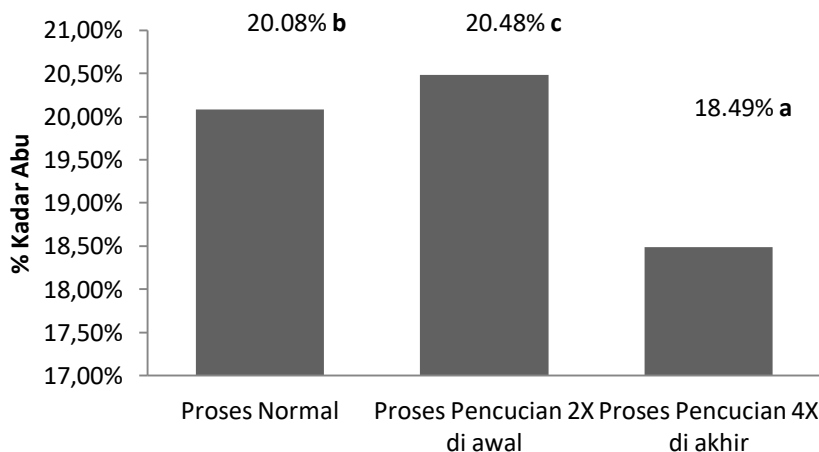
Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kandungan abu dan komposisinya tergantung pada bahan dan cara pembuatannya. Kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan (Winarno, 1990). Bahan-bahan yang menguap selama proses pembakaran berupa air dan bahan volatil lainnya akan mengalami oksidasi dengan menghasilkan CO_2 .

Rata-rata kadar abu yang dihasilkan dari penelitian ini berkisar antara 18,5-20,48%. Kadar abu terendah diperoleh dari perlakuan proses pencucian empat kali di akhir sebesar 18,5%, sedangkan tertinggi dari perlakuan proses pencucian dua kali di awal sebesar 20,48%. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar abu yang diperoleh masih memenuhi standar mutu karaginan yang

ditetapkan oleh FAO yaitu sebesar 15-40% dan FCC maksimum 35%.

Hasil analisis ragam kadar abu karaginan menunjukkan bahwa proses pencucian berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu karaginan yang dihasilkan. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan proses pencucian dua kali di awal memberikan nilai kadar abu tertinggi dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan proses normal dan perlakuan proses pencucian empat kali di akhir.

Kadar abu karaginan yang dihasilkan akan menurun dengan adanya perlakuan proses pencucian empat kali di akhir (Gambar 8). Penurunan kadar abu diduga karena kandungan garam dan mineral hasil dari proses ekstraksi yaitu kation K^+ yang merupakan salah satu mineral dari KOH sebagai larutan ekstraksi terlarutkan. Sedangkan kadar abu pada perlakuan proses pencucian dua kali di awal lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan proses normal. Hal ini diduga saat pencucian di awal sebanyak dua kali selama 15 menit, rumput laut terlalu banyak menyerap air dan pada saat mengalami proses ekstraksi rumput laut mengeluarkan kandungan air sehingga bereaksi dengan KOH. Kation K^+ yang merupakan salah satu mineral dari KOH sebagai larutan ekstraksi terserap ke dalam rumput laut .



Gambar 8. Pengaruh Modifikasi Pencucian terhadap Kadar Abu Karaginan

Rumput laut termasuk bahan pangan yang mengandung mineral cukup tinggi seperti Na, Ca, K, Cl, Mg, Fe, S dan “*trace elemen*” terutama iodium. Hal ini diduga menyebabkan rumput laut mengandung kadar abu cukup tinggi. Selain itu rumput laut tumbuh di atas karang-karang batu dengan lingkungan bersalinitas tinggi

Uji Parameter Kimia Karaginan

1. Kadar Klorida

Rata-rata kadar klorida karaginan yang dihasilkan dari penelitian ini berkisar antara 0,16-0,49%. Nilai kadar klorida terendah diperoleh dari perlakuan proses pencucian empat kali di akhir, sedangkan tertinggi dari perlakuan proses normal. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar klorida yang diperoleh memenuhi standar mutu karaginan yang ditetapkan oleh Cyber-colloids yaitu maksimum 2%.

Hasil analisis ragam kadar klorida karaginan menunjukkan bahwa proses pencucian berpengaruh sangat nyata terhadap kadar klorida karaginan yang dihasilkan. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan proses pencucian empat kali di akhir memberikan nilai kadar klorida terendah dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan proses pencucian dua kali di awal dan perlakuan proses normal.

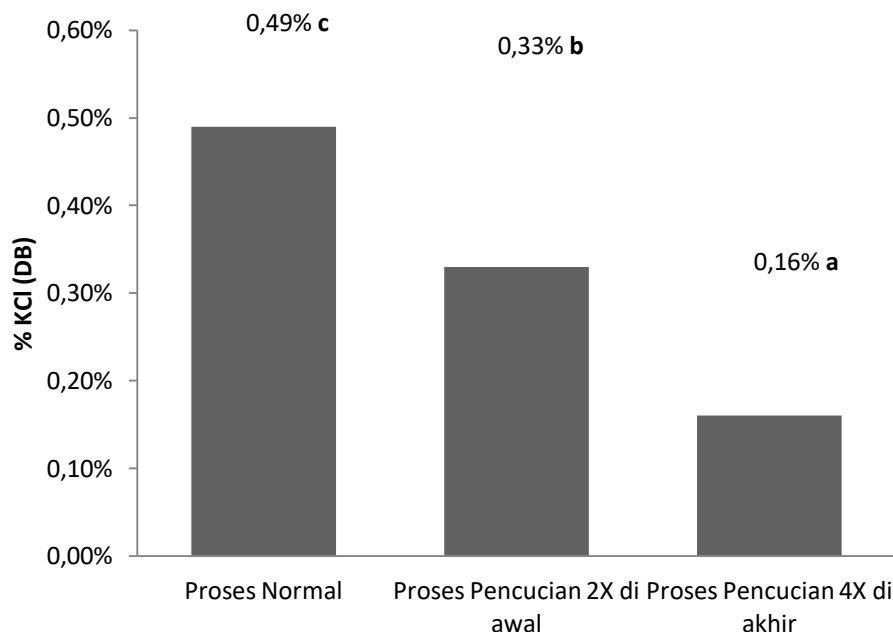
Kadar klorida karaginan relatif menurun dengan adanya modifikasi pencucian (Gambar 9). Penurunan ini disebabkan garam klorida akan larut dalam air sehingga rumput laut akan terbebas dari

garam klorida atau setidaknya akan berkurang, karena ada klorida yang berikatan kuat dengan struktur karaginan (Sumiyawati, 2009). Hal ini terbukti pada perlakuan proses pencucian empat kali di akhir memiliki kadar klorida sebagai KCl *dry based* lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan proses pencucian dua kali di awal dan perlakuan proses normal.

2. Kadar Sulfat

Kadar sulfat merupakan parameter yang digunakan untuk berbagai jenis polisakarida yang terdapat dalam alga merah (Winarno, 1990). Hasil ekstraksi rumput laut dibedakan berdasarkan kandungan sulfatnya. Agar-agar mengandung sulfat tidak lebih dari 3-4%, furcellaran 8-18% dan karaginan minimal 18% (Moirano, 1977).

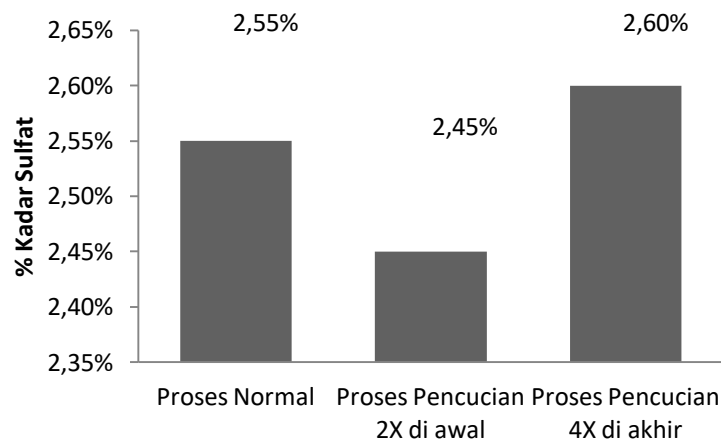
Rata-rata kadar sulfat karaginan yang dihasilkan dari penelitian ini berkisar antara 2,45-2,60%. Nilai kadar sulfat terendah diperoleh dari perlakuan proses pencucian dua kali di awal, sedangkan tertinggi dari perlakuan proses pencucian empat kali di akhir. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar sulfat yang diperoleh tidak memenuhi standar mutu karaginan yang ditetapkan oleh FAO dan FCC yaitu 15-40% (Gambar 10). Hasil analisis ragam kadar sulfat karaginan menunjukkan bahwa proses pencucian tidak berpengaruh sangat nyata terhadap kadar sulfat karaginan yang dihasilkan.



Gambar 9. Pengaruh Modifikasi Pencucian terhadap Kadar Klorida Karaginan

Kadar sulfat dipengaruhi oleh tipe karaginan, konsentrasi, kadar air, jenis dan umur panen. Kadar sulfat yang diperoleh berada dibawah standar mutu yang ditetapkan FAO yaitu sebesar 15-40%. Keberadaan sulfat dalam karaginan sangat mempengaruhi daya kelarutan karaginan dalam air, karena sifat sulfat yang dapat mengikat molekul air sehingga tepung karaginan yang mengandung sulfat yang tinggi akan mudah larut dalam air. Hal ini terbukti pada perlakuan proses pencucian dua kali di awal memiliki kadar sulfat lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan proses normal dan perlakuan proses pencucian empat kali di akhir. Karena adanya perlakuan pencucian sebanyak dua kali masing-masing selama 15 menit sebelum proses ekstraksi, kemudian juga adanya proses pencucian selama 30 menit setelah proses ekstraksi, maka sulfat yang terdapat dalam rumput laut mengikat

molekul air dan ikut terlarut dengan air. Pada perlakuan proses pencucian empat kali di akhir, terjadi peningkatan kadar sulfat dibandingkan dengan perlakuan proses normal. Hal ini diduga sejumlah sulfat telah tertarik ke dalam *thallus* rumput laut selama proses pencucian. Pengeringan hanya bertujuan untuk mereduksi zat-zat mudah menguap sedangkan ion sulfat akan terdeposit di dalam *thallus* sehingga menyebabkan kadar sulfat di dalam *thallus* meningkat (Basmal, 2009). Karaginan yang berkualitas adalah karaginan yang memiliki kandungan sulfat rendah, sehingga dapat meningkatkan kekuatan gelnya (Murniyati, 1994). Namun dengan kandungan sulfat yang rendah, karaginan masih bisa dikonsumsi baik untuk keperluan pangan maupun keperluan non pangan (Zikrullah, 2013).



Gambar 10. Pengaruh Modifikasi Pencucian terhadap Kadar Sulfat Karaginan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa perlakuan proses pencucian di awal dan di akhir berpengaruh terhadap kadar klorida *dry based* yang diperoleh yaitu di bawah 2 %. Proses pencucian yang dapat digunakan untuk pembuatan karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii* yang terbaik yaitu proses pencucian empat kali di akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfini, F. 2011. Optimasi Proses Ekstraksi Pembuatan Karaginan dari Rumput Laut Merah (*E.cottonii*) serta Aplikasinya sebagai Penstabil pada Sirup Markisa. *Tesis*. IPB. Bogor.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. 16th ed A.O.A.C., Inc., Arlington. Virginia.
- Basmal, J., B.S.B.Utomo, B.B. Sedayu. 2009. Mutu Semirefined Carrageenan (SRC) yang Diproses Menggunakan Air Limbah Pengolahan SRC yang didaur Ulang. *Jurnal Pasca Panen & Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 4(1): 1-11.
- Basmal J. 2003. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut Eucheuma*. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Cybercolloids. 2006. *Measurement of The Chloride Content in a Sample of Carrageenan*.
- Food Chemical Codex. 1981. *Carrageenan*. National Academy Press Washington.
- Food Marine Colloids Corp (FMC Corp). 1977. *Carrageenan*. Marine Colloid Monograph Number One. Springfield New Jersey. USA : Marine Colloid Division FMC Corporation. New Jersey. USA.
- Hakim, A. R., 2011. Pengaruh Perbandingan Air Pengekstrak, Suhu Presipitasi, Dan Konsentrasi Kalium Klorida (KCL) Terhadap Mutu Karaginan. *Jurnal Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 6 (1).
- Moirano. A.L. 1977. Sulfate Seaweed Polysaccharides dalam Food Colloids. The AVI Publ.co. Westport Connecticut: 347-381.
- Montero, P. and M. P. Mateos. 2002. Effect of Na^+ , K^+ , Ca^{2+} on gels formed

- from fish mince containing a carrageenan or alginate. *Food Hydrocolloid*. 16 (4): 375-385.
- Mubarak H, A. Soegiarto., Sulisty, W.S. Atmadja. 1990. *Petunjuk Teknis Budidaya Rumput Laut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Murniyati, J.T. Murtini, dan N. Indriati. 1994. Penyederhanaan Cara Ekstraksi Karaginan dari *E. cottonii*. *Jurnal Penelitian Pasca Panen Perikanan*. (80):23-33.
- Patria, A. 2008. Pmanfaatan Karaginan Dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Pada Pembuatan Dodol Kentang. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Suheti, E. 2000. Pengaruh Penambahan KCl terhadap Mutu Dodol Rumput Laut. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Sumiyawati, E., Pahrudin. 2009. *Pengukuran Kadar Klorida dalam Kappa Karaginan*. Department of Research and Development PT Galic Artabahari. Bekasi.
- Towle. 1973. *Carrageenan*. Di dalam R.L. Whistler (ed). *Industrial Gum Polisacharides and Their Derivativer*. AC Press. New York.
- Winarno, F. G. 1990. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Winarno, F. G. 1996. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Wiratni, S., Distantina, Fadilah, Rochmadani, M. Fahturozzi. 2010. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses: Proses Ekstraksi Karaginan Dari *Euchemma cottonii*. ISSN: 1411-4216.
- Yasita, D. dan I.D. Rachmawati. 2009. *Optimasi Proses Ekstraksi pada Pembuatan Karaginan dari Rumput Laut Euchemma cottonii untuk Mencapai Food Grade*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Dipenogoro.
- Zabik, M.E. & P.J. Aldrich. 1968. Gel Strength of Kappa-Carrageenan as Affected by Cations. *J. Of Food Science*. 33(4): 371-377.
- Zikrullah, A.Z. 2013. Optimasi Perlakuan Kalium Klorida Pada Pemisahan Karaginan Dari Rumput Laut *Euchemma Cottonii*. *Skripsi*. Fakultas MIPA. UNB. Bogor.

ISOLASI DAN ANALISIS ASAM LEMAK *Scenedesmus quadricauda* YANG DIISOLASI DARI AIR KOLAM

Devy Susanty
Universitas Nusa Bangsa
Jl KH Soleh Iskandar KM 4. Cimanggu Tanah Sareal Bogor 16166
e-mail: dvsusanty@gmail.com

ABSTRACT

Isolation and Fatty Acid Analysis of Scenedesmus quadricauda from freshwater

Microalgae have fast growth rate and fatty acids which potential as bioenergy. In addition, microalgae are also living with binding carbon dioxide for photosynthesis, so as to reduce air pollution. In this study, samples were taken from the freshwater, Sawahan, Padang, West Sumatra. Nile red staining performed on the samples to see the potential of lipid content. Microalgae having lipid content were isolated using the capillary pipette technique then it was identified using a microscope. Isolated microalgae was identified as *Scenedesmus quadricauda*. Microalgae growth measured by optical density value. It cultivated in different concentrations of NaNO_3 to see the effect of the amount of nitrogen on the growth. *Scenedesmus quadricauda* grew well at a concentration of 0.5 g / L NaNO_3 . Fatty acid analysis was done by using GC-MS. *Scenedesmus quadricauda* had several types of fatty acids. The most abundant fatty acid in *Scenedesmus quadricauda* was C18: 1.

Keywords: Microalgae, *Scenedesmus quadricauda*, Nile red staining, Isolation, Fatty acid

ABSTRAK

Mikroalga memiliki laju pertumbuhan yang cepat dan mengandung asam lemak sehingga berpotensi sebagai bioenergi. Selain itu, mikroalga juga hidup dengan mengikat karbondioksida untuk proses fotosintesis, sehingga mampu mengurangi pencemaran udara. Pada penelitian ini, sampel mikroalga diambil dari air kolam dari daerah Sawahan, Padang, Sumatera Barat. Pewarnaan nilered dilakukan terhadap sampel untuk melihat potensi kandungan lipid. Mikroalga yang memiliki kandungan lipid diisolasi dengan menggunakan teknik pipet kapiler, kemudian isolat diidentifikasi secara morfologi dengan menggunakan mikroskop. Isolat yang diperoleh diidentifikasi sebagai *Scenedesmus quadricauda*. Isolat dikultivasi dalam Bold Bassal Medium (BBM). Pertumbuhan mikroalga diukur dengan melihat nilai optical density. Isolat dikultivasi dalam berbagai konsentrasi NaNO_3 untuk melihat pengaruh jumlah nitrogen terhadap pertumbuhannya. *Scenedesmus quadricauda* tumbuh dengan baik pada konsentrasi 0,5 g/L NaNO_3 . Analisa asam lemak dilakukan dengan menggunakan GC-MS. Pada *Scenedesmus quadricauda* ditemukan beberapa jenis asam lemak. Asam lemak yang paling banyak terkandung pada mikroalga ini yaitu C18:1.

Kata kunci: Mikroalga, *Scenedesmus quadricauda*, Pewarnaan nile red, Isolasi, Asam lemak

PENDAHULUAN

Mikroalga merupakan sumber biodiesel yang dapat diperbaharui dan dapat memenuhi permintaan minyak untuk transportasi (Hossain *et al.*, 2008). Mikroalga dapat digunakan sebagai sumber energi bahan bakar alternatif karena mengandung jumlah minyak yang tinggi, dapat diekstrak, diproses, dan diubah menjadi bahan bakar transportasi dengan menggunakan teknologi yang tersedia. Mikroalga memiliki laju pertumbuhan yang cepat, dapat tumbuh

tanpa ditanam pada lahan dan hidup pada air yang tidak dapat diminum, memerlukan lebih sedikit air, dan tidak menggantikan kultur tanaman untuk makanan, produksinya tidak bergantung pada cuaca dan dapat dipanen harian (Gouveia *et al.*, 2009). Mikroalga menggunakan proses fotosintesis yang sama dengan tumbuhan tingkat tinggi (da-Silva *et al.*, 2009) sehingga mampu mengurangi efek rumah kaca. Disamping itu, penggunaan mikroalga tidak membahayakan produksi makanan (Hu *et al.*, 2008), bahkan mikroalga juga dapat ber-

potensi sebagai sumber nutrisi karena beberapa mikroalga dapat mengandung asam lemak esensial (Ratha *et al.*, 2013).

Mikroalga memiliki kandungan lipid dan asam lemak yang dapat dikonversi menjadi biodiesel melalui reaksi transesterifikasi. Kemampuan mikroalga dalam menghasilkan biodiesel terkait dengan lipid dan asam lemak yang terkandung dalam mikroalga tersebut. Kadar lipid bergantung pada jenis mikroalga dan proses kultivasi-nya. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk melihat spesies dan proses kultivasi yang baik dalam produksi biodiesel. Diantara mikroalga yang sudah diteliti dengan kondisi kultivasi tertentu dan dapat menghasilkan biodiesel yaitu, *Chlorella vulgaris*, *Spirulina maxima*, *Nannochloropsis* sp, *Neochloris oleabundans*, *Scenedesmus obliquus* dan *Dunaliella tertiolecta* (Gouveia *et al.*, 2009).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu Bold Bassal's Medium, Nile red (Aldrich Sigma N 3303), Aseton, Physiological Saline (0,9 % NaCl).

Peralatan yang digunakan yaitu Mikroskop fluorescent ($\lambda=515-565$, Zeiss); Inkubator (Sanplatec), Autoclave, Mikroplate 48 wells, Petri Dish, Sentrifius (999 x100 rpm, himac CT-15D, Hitachi), PCR (Takara), GC-MS (kolom DB WAXTR 30 m, $\phi=0,250$ μm ; Agilent), Laminar Air Flow, Neraca Analitik, dan peralatan Gelas lainnya.

Metode

Pengambilan Sampel

Sampel Mikroalga diambil dari air kolam di daerah Sawahan (00°56'35.701" LS dan 100°22'18.091" BT) dengan cara menyaring 3 L air kolam. Mikroalga yang terkumpul kemudian di simpan dalam medium BBM sebanyak 250 mL sebagai stok awal.

Pewarnaan Nile red

Pewarnaan Nile red (1 mg/mL aseton) dilakukan terhadap sampel dan isolat. mikroalga sebanyak 0,5 mL

disentrifius dengan kecepatan 1500 rpm selama 10 menit, kemudian dicuci beberapa kali dengan *physiological saline*. Setelah dicuci, mikroalga diresuspended lagi dengan *physiological saline* dan ditambahkan Nile red (1: 100 v/v). Setelah itu dilakukan Inkubasi selama 20 menit dan dilihat di bawah mikroskop fluorescent (Elumalai *et al.*, 2011).

Isolasi Mikroalga

Isolasi mikroalga dilakukan dengan teknik pipet kapiler (Belcher *et al.*, 1982). Pipet kapiler dibuat dengan membakar pipet dan menarik ujungnya hingga membentuk kapiler. Sel mikroalga diambil dengan menggunakan pipet kapiler dan dilihat dengan mikroskop. Sel mikroalga yang telah diambil dipindahkan ke dalam mikroplate yang telah diisi dengan medium BBM dan diinkubasi pada suhu 30°C, pencahayaan lampu dengan intensitas ± 3000 lux, pH medium= 7. Mikroalga yang diisolasi dibiarkan tumbuh selama ± 2 minggu dan diamati setiap hari dengan mikroskop.

Kultivasi Mikroalga

Kultivasi mikroalga dilakukan dalam medium BBM (pH= 7) dengan pemberian cahaya secara berkelanjutan (± 3000 lux), suhu 30°C, di dalam *flask culture*.

Pertumbuhan Mikroalga

Pertumbuhan mikroalga ditentukan berdasarkan absorbansinya (OD_{570}) dan diukur dengan menggunakan *Microplate Reader* (PerkinElmer) setiap hari selama 21 hari.

Analisis Asam Lemak dengan GC-MS

Isolat mikroalga sebanyak 10 mL disentrifius dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Setelah sentrifius, supernatan dipisahkan. Pelet yang diperoleh dikeringkan dengan gas nitrogen. Setelah kering, ditambahkan 5 μL internal standar (C19:0) 0,1 mg/mL untuk standar dalam menentukan jumlah asam lemak pada mikroalga. Untuk proses transesterifikasi, ditambahkan 0,1 mL HCL-Metanol 0,5 %, dan 0,4 mL dehydrated methanol.

Campuran divortex dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam, kemudian didinginkan. Lipid diekstrak dengan menggunakan heksan sebanyak 5 mL. Campuran dikocok selama 1 menit hingga terbentuk dua fasa. Setelah itu dilakukan setrifius 2000 rpm selama 5 menit, Fasa heksan diambil dan dipindahkan ke tabung baru, dikeringkan dengan gas nitrogen, kemudian disimpan di dalam kulkas. Sebelum analisa dengan GC-MS heksan ditambahkan lagi sebanyak 40 µL. Sampel diinjeksikan ke kolom GC-MS sebanyak 1µL.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi

Isolasi mikroalga ditujukan untuk memisahkan satu spesies mikroalga yang akan dikembangkan dan dianalisis lebih lanjut. Berbagai teknik isolasi yang dapat dilakukan seperti teknik dilusi, penggunaan media agar, dan penggunaan mikropipet atau pipet kapiler (Andersen *et al.*, 2005).

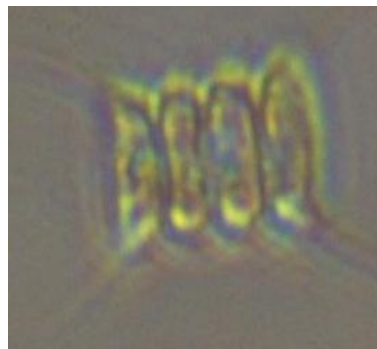
Isolasi mikroalga dilakukan berdasarkan pengamatan awal pada sampel. Mikroalga yang diisolasi yaitu mikroalga yang dominan tumbuh pada sampel, memiliki pertumbuhan cepat, dan mengandung lipid. Isolasi mikroalga dilakukan dengan teknik pipet kapiler (Belcher *et al.*, 1982). Dengan menggunakan pipet kapiler pada isolasi mikroalga, maka spesies yang ingin diisolasi lebih mudah diperoleh (Andersen *et al.*, 2005). Mikroalga yang

diisolasi diidentifikasi dengan micros-kop berdasarkan morfologinya. Mikroalga yang diisolasi diidentifikasi sebagai *Scenedesmus quadricauda* (Gambar 1).

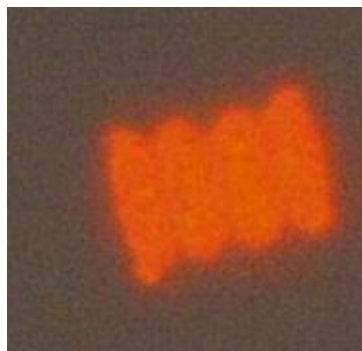
Pewarnaan Nile Red

Pewarnaan *Nile red* dilakukan terhadap sampel awal untuk mengetahui spesies mikroalga yang memiliki kandungan lipid. Hasil pewarnaan terhadap sampel awal tidak begitu jelas. Hal ini disebabkan karena banyaknya spesies mikroalga di dalam sampel dan berada dalam keadaan menyatu, sehingga sulit memastikan spesiesnya. Oleh karena itu pewarnaan juga dilakukan terhadap mikroalga yang sudah diisolasi. Hasil pewarnaan Nile red pada isolat mikroalga dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa isolat memiliki kandungan lipid karena adanya warna kuning yang terbentuk.

Pewarnaan *Nile red* dilakukan untuk melihat adanya lipid pada mikroalga secara kualitatif. Mikroalga yang mengandung lipid menunjukkan adanya warna kuning setelah dilakukan pewarnaan dengan *Nile red*. Interaksi antara *Nile red* dengan lipid menyebabkan pewarnaan kuning pada mikroalga. Lipid netral berupa hidrokarbon dan trigliserida ditandai dengan pembentukan warna kuning, sedangkan lipid polar ditandai dengan warna merah (Pedro *et al.*, 2013).



Gambar 1. Mikroalga yang Diisolasi (*S. quadricauda*) Dilihat dengan Mikroskop Fluorescent (ZEISS, perbesaran 320x).



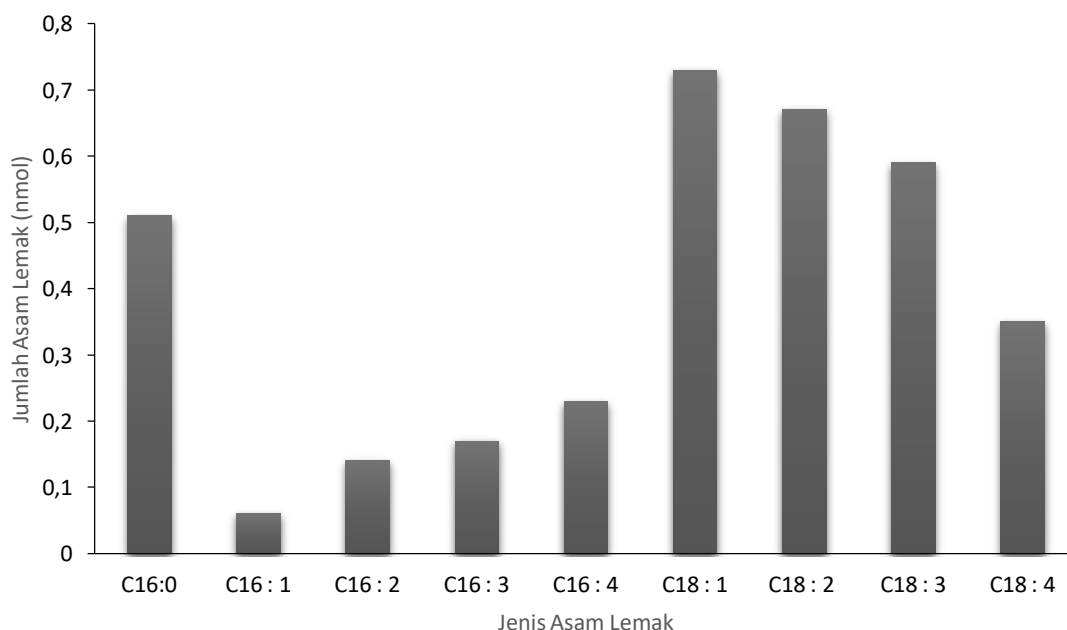
Gambar 2. Pewarnaan *Nile red* pada mikroalga yang diisolasi (*S. quadricauda*) Dilihat dengan mikroskop fluorescent (ZEISS, perbesaran 320x).

Penggunaan *Nile red* memudahkan skrining mikroalga yang mengandung lipid sebagai kandidat dalam produksi biodiesel. Namun, penggunaan *Nile red* tidak selalu memberikan gambaran yang bagus tentang kandungan lipid pada mikroalga. Adakalanya keberadaan lipid sulit dideteksi akibat tidak terbentuknya warna kuning yang jelas pada sel mikroalga. Beberapa penelitian sebelumnya menyatakan bahwa ketidakberhasilan metode *fluorescent* dengan *Nile*

red dalam penentuan kandungan lipid netral pada alga hijau mengacu pada ketebalan, kekakuan dinding sel pada mikroalga mencegah pewarnaan *Nile red* masuk ke dalam sel untuk mengikat lipid dan memberikan peningkatan fluorescent yang khusus (Govender et al., 2012; Chen et al., 2009).

ANALISIS ASAM LEMAK

Komposisi asam lemak yang terkandung pada mikroalga yang diisolasi ditentukan dengan membandingkan puncak internal standar (C19:0) dengan puncak masing-masing asam lemak (Gambar 3). Senyawa C19:0 merupakan senyawa yang ideal sebagai internal standar, karena senyawa ini memiliki sifat yang mirip dengan analit lainnya namun tidak mungkin ada pada sampel asam lemak alami (Angulo et al., 2008). Berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa asam lemak terbanyak yang terdapat pada *Scenedesmus quadricauda* adalah C:18.2.



Gambar 3. Komposisi Asam Lemak Mikroalga pada *S. quadricauda* yang Diisolasi

Analisis asam lemak pada genus *Scenedesmus* yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya menunjukkan jumlah yang tinggi terhadap beberapa jenis asam lemak. *Scenedesmus* sp. yang berasal dari danau di India dan dikultur pada *Bold Bassal's Medium* mengandung asam lemak C18:2 dengan jumlah yang tinggi yaitu sebanyak 29% dari total asam lemak. Selain itu, spesies ini mengandung asam lemak C16:0 sebanyak 23,2% (Ratha *et al.*, 2013). Penelitian lain menunjukkan hasil yang mirip terhadap asam lemak utama yang terdapat pada *Scenedesmus* sp. Beberapa penelitian juga melaporkan bahwa asam lemak yang tinggi pada *Scenedesmus* sp. yaitu C18:1, C16:0, dan C18:2 (Yoo *et al.*, 2010; Kaur *et al.*, 2012; Breuer *et al.*, 2012).

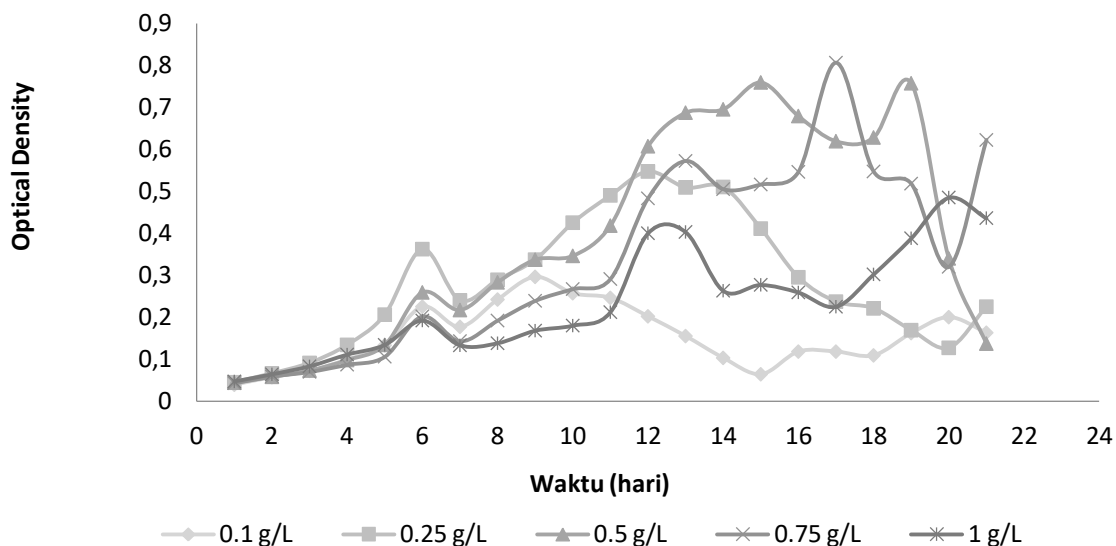
PERTUMBUHAN MIKROALGA

Pertumbuhan mikroalga merupakan hal yang penting dalam produksi biodiesel. Mikroalga yang memiliki laju pertumbuhan tinggi dan mengandung lipid yang tinggi memiliki potensi sebagai biomassa dalam produksi biodiesel. Mikroalga yang diisolasi ditumbuhkan pada Bold Bassal's Medium dan diukur serapannya setiap hari menggunakan *microplate reader* (OD₅₇₀) selama 21 hari untuk melihat pertumbuhannya. Pertumbuhan ketiga

isolat pada medium BBM diukur berdasarkan absorbansinya.

Modifikasi konsentrasi NaNO₃ dilakukan pada BBM untuk melihat konsentrasi nitrogen yang dibutuhkan untuk tumbuh dan bertahan hidup. Isolat memiliki pertumbuhan optimum pada konsentrasi NaNO₃ 0,5 g/L dalam medium BBM (Gambar 4).

Pertumbuhan mikroalga merupakan hal yang penting dalam produksi biodiesel. Mikroalga yang memiliki laju pertumbuhan tinggi dan mengandung lipid yang tinggi memiliki potensi sebagai biomassa dalam produksi biodiesel. Pada kultivasi mikroalga diperlukan berbagai nutrisi untuk medium pertumbuhannya. Nutrien utama yang diperlukan untuk produksi mikroalga adalah nitrogen dan phosphor (Wijffels *et al.*, 2010). NaNO₃ merupakan sumber nitrogen yang paling baik untuk pertumbuhan mikroalga (Ratha *et al.*, 2013). Variasi jumlah NaNO₃ dalam medium pertumbuhan mikroalga pada penelitian ini memperlihatkan peranan jumlah NaNO₃ terhadap pertumbuhan mikroalga. Pertumbuhan mikroalga pada setiap jumlah NaNO₃ berbeda-beda. *Scenedesmus quadricauda* memiliki pertumbuhan optimum 0,5 g/L NaNO₃ dalam medium BBM.



Gambar 4. Grafik Pertumbuhan Mikroalga *S. quadricauda* pada Berbagai Konsentrasi NaNO₃ dalam BBM

Kaitan jumlah nitrogen dalam medium dengan laju pertumbuhan mikroalga juga telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya terhadap spesies lain. Produktivitas biomassa tertinggi dari mikroalga *Neochloris oleoabundans* diperoleh dengan pemberian nitrogen yang bersumber dari sodium nitrat dengan konsentrasi 10 mM (Li *et al.*, 2008). Penelitian lain melaporkan pengaruh jumlah nitrogen terhadap pertumbuhan *Scenedesmus obliquus*. Pertumbuhan mikroalga tersebut lebih baik pada konsentrasi nitrogen 0,1 g/L dalam medium N11 (Mandal *et al.*, 2009). Pertumbuhan *Nannochloropsis gaditana* yang dikultur pada medium F2 dengan variasi konsentrasi nitrogen telah diteliti sebelumnya dan menunjukkan hasil bahwa *Nannochloropsis gaditana* tumbuh baik pada konsentrasi nitrat 8,0 mM (Pedro *et al.*, 2013).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa jumlah nitrogen di dalam medium mempengaruhi pertumbuhan mikroalga. Hal ini disebabkan karena nitrogen merupakan komponen esensial dalam sintesis protein yang nantinya digunakan untuk pertumbuhan mikroalga (Deng *et al.*, 2011). Masing-masing mikroalga membutuhkan jumlah nitrogen yang berbeda untuk mencapai pertumbuhan yang optimum.

KESIMPULAN

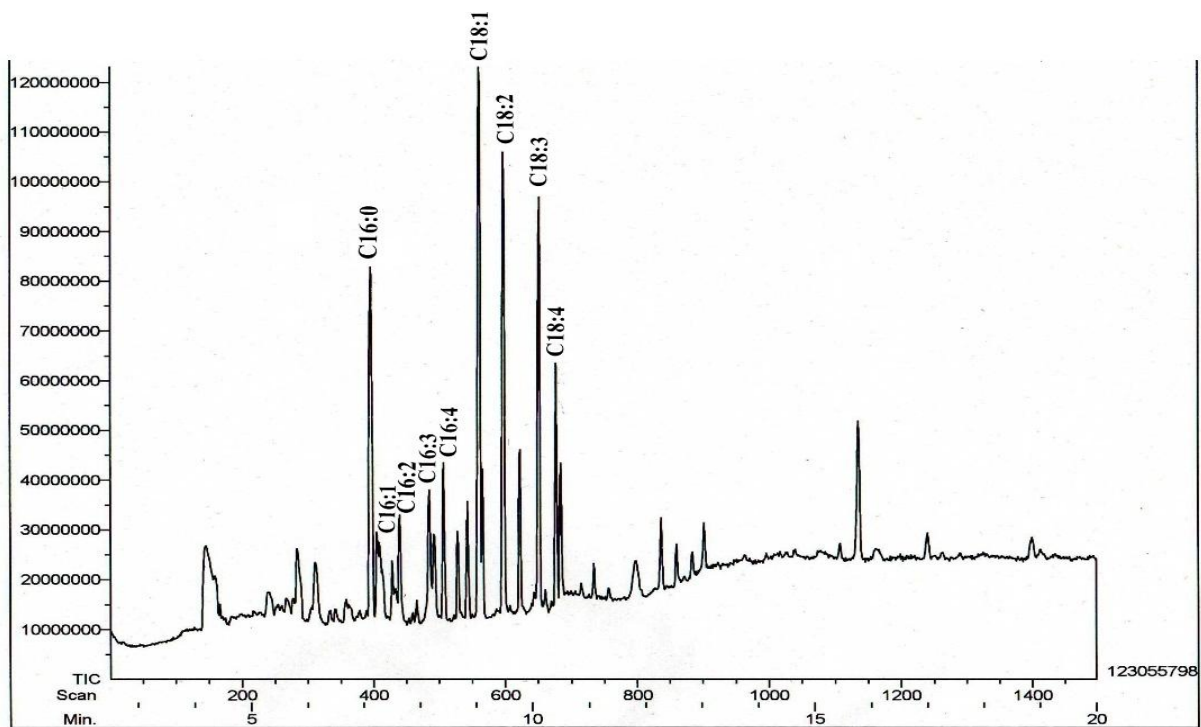
Mikroalga yang diisolasi yaitu *Scenedesmus quadricauda*. Pewarnaan Nile red dapat dimanfaatkan untuk memilih mikroalga yang mengandung lipid sebagai kandidat untuk produksi biodiesel. Asam lemak yang paling banyak pada *Scenedesmus quadricauda* adalah C18:1. *Scenedesmus quadricauda* memiliki pertumbuhan optimum pada 0,5 g/L NaNO₃ dalam medium BBM.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, R. A. 2005. *Algal Culturing Techniques*. Elsevier Academic Press.
- Angulo, J., K. Numberg, L. Mahecha, M. Olivera, D. Dannenberger. 2011. *Manual of lipid extraction, methylation and gas chromatography, for the study of different tissues in ruminant research*. Research Institute for Biology of Farm Animals.
- Belcher, H., E. Swale. 1982. *Culturing Algae*. Culture Collection of Algae and Protozoa.
- Breuer, G., P.P.Lamers, D. E. Martens, R. B. Draaisma, R. H. Wijffels. 2012. *The impact of nitrogen starvation on the dynamics of triacylglycerol accumulation in nine microalgae strains*. *bioresource Technology*. 124: 217-226.
- Chen, W., C. Zhang, L. Song, M. Sommerfeld, Q. Hu. 2009. A high throughput Nile red method for quantitative measurement of neutral lipids in microalgae. *Journal of Microbiological Methods*. 77 (1): 41-47.
- Da-Silva, T. L., A. Reis, R. Medeiros, A. C. Oliveira, L. Gouveia. 2009. Oil Production Towards Biofuel from Autotrophic Microalgae Semicontinuous Cultivations Monitorized by Flow Cytometry. *Appl Biochem Biotechnol*. 159 (2): 568-578.
- Deng, X., X. Fei, Y. Li. 2011. The effects of nutritional restriction on neutral lipid accumulation in *Chlamydomonas* and *Chlorella*. *African Journal of Microbiology Research*. 5(3): 260-270.
- Elumalai, S., S. Baskaran, V. Prakasam, N. S. Kumar. 2011. Ultra Structural Analysis and Lipid Staining of Biodiesel Producing Microalgae *Chlorella vulgaris* Collected from Various Ponds in Tamil Nadu, India. *Journal of Ecobiotechnology*. 3(1): 05-07.
- Gouveia, L., A.C.Oliveria. 2009. Microalgae as a raw material for biofuels production. *J Ind Microbiol Biotechnol*. 36(2): 269-274.
- Govender T., L. Ramanna, I. Rawat, F. Bux. 2012. BODIPY staining, an alternative to the Nile Red fluorescence method for the evaluation of intracellular lipids in microalgae. *Bioresource Technology*. 114: 507-511.
- Hossain, A. B. M. S., A. Salleh., A. N. Boyce, P. Chowdhury, M. Naquiddin. 2008. Biodiesel Fuel Production from Algae

- as Renewable Energy. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 4 (3): 250-258.
- Hu, Q., M. Sommerfeld, E. Jarvis, M. Ghirardi, M. Posewitz, M. Seibert, A. Darzins. 2008. Microalgal triacylglycerols as feedstocks for biofuel production: perspectives and advances. *The Plant Journal*. 54 (4): 621-639.
- Kaur, S., M. Sarkar, R. B. Srivastava, H. K. Gogoi, M. C. Kalita. 2012. Fatty acid profiling and molecular characterization of some freshwater microalgae from India with potential for biodiesel production. *New Biotechnology*. 29 (3): 332-344.
- Li, Y., M. Horsman, N. Wu, C. Q. Lan, N. Dubois-Calero. 2008. Biofuels from Microalgae. *Biotechnol. Prog* 24: 815-820.
- Mandal, S., N. Mallick. 2009. Microalgae *Scenedesmus obliquus* as a potential source for biodiesel production. *Appl Microbiol Biotechnol*. 84 (2): 281-291.
- Pedro, A. S., C.V.Gonzalez-Lopez, F.G. Acién, E. Molina-Grima. 2013. Marine microalgae selection and culture conditions optimization for biodiesel production. *Bioresource Technology*. 134: 353–361.
- Ratha, S. K., R. Prasanna, R. B. N. Prasad, C. Sarika, D. W. Dhar, A. K. Saxena. 2013. Modulating lipid accumulation and composition in microalgae by biphasic nitrogen supplementation. *Aquaculture*. 392: 69-76.
- Wijffels, R. H., M.J. Barbosa. 2010. An Outlook on Microalgal Biofuels. *Science*. 329 (5993): 796-799.
- Yoo, C, S. Y. Jun, J. Y. Lee, C. Y. Ahn, H. M. Oh. 2010. Selection of microalgae for lipid production under high levels carbon dioxide. *Bioresource Technology*. 101: S71-S74.

LAMPIRAN 1. Kromatogram GC-MS asam lemak *Scenedesmus quadricauda*



Gambar 5. Kromatogram GC-MS asam lemak pada *Scenedesmus quadricauda* (JEOL GCmate)

IDENTIFIKASI PENYAKIT YANG MENYERANG BIBIT SENGON (*Paraserianthes moluccana* (Miq.), Barneby & J.W. Grimes) DI PERSEMAIAN DAN PENGENDALIANNYA

Maharani Mustika Putri*, Yayang Nurahmah dan Illa Anggraeni
Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Bogor
Jl. Gunung Batu Nomor 5, Bogor Po. Box. 331
Telp. (0251)8631238 Fax. (0251)7520005
*e-mail: mmustikaputri94@yahoo.com

ABSTRACT

*Identification of Disease Attacks and Control on Sengon (*Paraserianthes moluccana* (Miq.), Barneby & J.W. Grimes) Seedling in Nursery*

Plant diseases are one of the problems on seedlings of sengon (*Paraserianthes moluccana* (Miq.), Barneby & J.W. Grimes). Diseases infestation on the seedlings can cause a problem at the plantation. Diseases interference has a big value, since sengon is a perenial tree that need a long time until harvesting. The objective of this research was to identify the pathogens of diseases that infested on sengon seedlings. The research was conducted at Nursery of Forestry Research Institute Center with 250 plants of sengon. Disease incidence and severity were measured and the data was analyzed with SAS program. The research result showed that disease infested at the nursery of sengon seedlings was powdery mildew (*Oidium* sp.). The observation showed that the incidence of powdery mildew was 78.00%, while the severity was 39,12%. Based on the leaves number, the compound leaves were categorized into four category, i.e. very few, few, plenty, and very plenty. Sengon in the category of very plenty compound leaves (31-49 leaves) showed a significant difference against the disease incidence of powdery mildew, with the lowest incidence of 24,23%.

Keywords : Nursery, *Oidium* sp., powdery mildew, *Paraserianthes moluccana*

ABSTRAK

Penyakit merupakan salah satu permasalahan yang terjadi dalam pembibitan sengon (*Paraserianthes moluccana* (Miq.), Barneby & J.W. Grimes). Terjadinya investasi penyakit di dalam bibit menyebabkan penanaman menjadi terganggu. Gangguan tersebut sangat besar artinya mengingat bahwa sengon merupakan tanaman tahunan yang membutuhkan waktu yang panjang sampai pemanenan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi patogen penyebab penyakit pada pembibitan. Penelitian dilakukan di persemaian Kelompok Peneliti Perlindungan Hutan, Pusat Penelitian dan Pengembangan hutan Bogor menggunakan 250 tanaman sengon. Perubahan yang diamati adalah insidensi dan intensitas penyakit dan data dianalisis menggunakan analisis ragam program SAS untuk melihat keterkaitan antara jumlah daun majemuk dengan intensitas serangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyakit yang menyerang bibit sengon adalah embun tepung (*Oidium* sp.). Hasil penelitian menunjukkan insidensi penyakit embun tepung mencapai 78% sedangkan intensitas serangan tertinggi mencapai 39,12%. Berdasarkan jumlahnya, daun majemuk dikategorikan ke dalam empat kategori, sangat sedikit, sedikit, banyak, dan sangat banyak. Tanaman pada kategori jumlah daun majemuk sangat banyak (31-40 daun) menunjukkan perbedaan nyata terhadap intensitas serangan embun tepung dengan intensitas penyakit paling rendah yaitu 24,23%.

Kata kunci : bibit, embun tepung, *Oidium* sp., sengon.

PENDAHULUAN

Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and J.W Grime) merupakan pohon

yang serba guna, dari mulai daun hingga perakarannya dapat dimanfaatkan untuk beragam keperluan. Sengon di Indonesia mempunyai nama daerah cukup banyak

diantaranya albizia, bae, bai, jeungjing, jeungjing laut, jing laut, rare, salawaku, salawaku merah, salawaku putih, salawoku, sekat, sengon laut, sengon sabrang, sika, sika bot, sikas, tawa sela, wai, wahagom, wiekkie. Sedangkan nama di luar Indonesia antara lain Batai (Malaysia Barat, Sabah, Philipina, Inggris, Amerika Serikat, Perancis, Spanyol, Italia, Belanda, Jerman); kayu machis (Sarawak); puah (Brunei) (Martawijaya dkk (1989). Tanaman sengon pernah dijuluki sebagai pohon ajaib (*miracle tree*) karena dapat tumbuh dengan cepat (*fast growing species*) dan dapat beradaptasi pada berbagai keadaan lingkungan. Bila ditanam di tanah yang subur dan iklim yang sesuai tingginya dapat mencapai 7 meter pada umur satu tahun, pada umur 3 tahun dapat mencapai 18 meter dan pada umur 9 atau 10 tahun tingginya mencapai 30 meter, tinggi maksimum sengon sekitar 45 meter dengan diameter 100 cm. Tanaman sengon bersifat multifungsi dan memberikan dampak ganda, baik sebagai tanaman produksi maupun sebagai tanaman konservasi dan reboisasi (Santoso, H.B. 1992; Alrasjid, 1973; Martawijaya *et al.*, 1989). Kemampuan sengon untuk dapat mencegah erosi dimanfaatkan oleh Departemen Lingkungan Hidup dan Kehutanan untuk membuat kebijakan menggalakkan “sengonisasi” di sekitar aliran sungai. Selain itu, tujuan dari menanam sengon yaitu untuk dimanfaatkan kayunya. Saat ini sengon banyak diusahakan di kawasan hutan tanaman, perkebunan maupun di kebun-kebun milik rakyat (hutan rakyat) di Pulau Jawa dan di luar Pulau Jawa. Perdagangan kayu rakyat sampai saat ini cukup stabil. Pemanfaatan kayu yang berasal dari hutan rakyat sebagai bahan baku industri cenderung meningkat seiring dengan semakin berkurangnya bahan baku untuk industri yang berasal dari hutan alam. Walaupun kayu sengon merupakan jenis kayu dengan harga jual yang tidak begitu tinggi, namun ketertarikan masyarakat untuk membudidayakan sengon tetap tinggi (Mulyana *et al.*, 2012).

Pada umumnya tanaman sengon diperbanyak dengan biji. Biji sengon yang dijadikan benih, harus terjamin mutunya. Benih yang baik adalah benih yang berasal dari induk tanaman sengon yang memiliki sifat-sifat yang unggul, bentuknya tegak lurus dan tegar, serta bebas dari hama dan penyakit (Badrunasar *et al.*, 2011). Untuk

meningkatkan perkecambahan benih sengon diperlukan perlakuan pendahuluan, diantaranya merendam benih di dalam air 80°C selama 15 – 30 menit. Setelah itu, benih direndam di dalam air dingin selama 24 jam. Pembibitan sengon harus dilakukan di lokasi yang memiliki naungan atau paranet (Mulyana *et al.*, 2012).

Dalam pengembangan dan budidaya sengon, hama dan penyakit merupakan salah satu faktor pembatas dalam pertumbuhannya, dimana pada waktu yang lalu hal ini tidak pernah diperhitungkan. Hasil pengamatan selama ini selain karat tumor, ada beberapa hama dan penyakit primer yang menyerang sengon antara lain hama kupu kuning (*Eurema* sp.), penggerek batang (*Xystrocera festiva*), ulat kantong (*Pteroma* sp., *Amatissa* sp., *Clania* sp.), hama uret (*Lepidiota stigma*, *Animala varicolor*, *Anomala viridis*, *Phyllopagha bidentata* dan *phyllopagha helleri*); Sedangkan penyakit yang menyerang sengon antara lain penyakit akar merah (*Ganoderma pseudoffereum*), penyakit embun tepung (*Oidium* sp.) dan penyakit rebah kecambah (*Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp.) (Anggraeni *et al.*, 2014).

Kerugian yang ditimbulkan tidak hanya dalam bentuk uang, tetapi karena hilangnya daya berkecambah, baik sewaktu masih disimpan, dalam pengiriman, sesudah disemai, ataupun terjadinya investasi penyakit di dalam bibit sehingga penanaman menjadi terganggu. Gangguan tersebut sangat besar artinya mengingat bahwa sengon merupakan tanaman berumur panjang sehingga butuh waktu yang lama apabila terjadi kegagalan dalam penanaman dan mengharuskan melakukan penanaman kembali. Oleh karena itu, perlu diketahui jenis-jenis penyakit yang menyerang sengon pada tahap awal dimulai dari proses pembibitan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu benih sengon, media pasir, media tanah (steril), sekam kering, biofungisida berbahan aktif fungi *Trichoderma* sp., fungisida berbahan aktif tebuconazole, akuades steril, alkohol 70%, spirtus, kertas tisu, kapas, dan NaClO. Alat yang

digunakan gelas obyek, kaca penutup, alat pemotong (gunting dan scalpel), pinset, jarum ose, lampu Bunsen, tabung Erlenmeyer, autoklaf, mikroskop, kamera, ruang isolasi (LAF : Laminary Air Flow), cangkul, polibag, kayu, sendok, gelas takar, dan sarung tangan.

Metode

1. Penanaman dan Pemeliharaan

Penanaman dilakukan mulai dari biji, sebelum disemaikan biji sengon tersebut mendapat perlakuan terlebih dahulu. Biji sengon direndam dengan fungisida berbahan aktif tebuconazole selama 2 jam, kemudian ditiriskan selama 10 menit, dan direndam kembali menggunakan air panas selama 24 jam, ditiriskan selama sehari di dalam sungkup, dan kemudian disemaikan menggunakan media pasir. Setelah 7 hari disapih dan dipindahkan ke media dalam polibag, media terdiri dari campuran tanah, sekam padi (tanah 3 : sekam 1), biofungisida berbahan aktif fungi *Trichoderma* sp. (2 gram per polibag). Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman setiap pagi.

2. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan mengamati bibit sengon yang berumur 3 bulan di persemaian, baik yang terserang atau tidak terserang penyakit. Jumlah sampel yang diamati sebanyak 250 bibit.

3. Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati adalah gejala, presentase dan intensitas serangan penyakit pada bibit sengon yang berumur 3 bulan. Penghitungan persentase serangan dilakukan dengan membandingkan jumlah tanaman yang terserang dengan jumlah seluruh tanaman yang ada (dalam %).

$$\text{Presentase Serangan} = \frac{\text{Jumlah tanaman terserang penyakit}}{\text{Jumlah seluruh tanaman}} \times 100\%$$

Perhitungan intensitas serangan dilakukan dengan cara membandingkan jumlah daun majemuk terserang dengan total jumlah daun majemuk per bibit (dalam %).

$$\text{Intensitas Serangan} = \frac{\text{Jumlah daun majemuk terserang}}{\text{Jumlah total daun majemuk}} \times 100\%$$

Hasil pengukuran intensitas serangan tersebut kemudian diolah menggunakan analisis ragam program SAS untuk melihat keterkaitan antara jumlah daun majemuk dengan intensitas serangan.

4. Identifikasi dan Determinasi Patogen Penyakit

Daun yang terserang diidentifikasi di Laboratorium Penyakit, KeltiPerindungan Hutan, Puslitbang Hutan. Identifikasi pathogen dilakukan dengan pembuatan preparat basah sederhana. Pembuatan preparat basah dimana bagian jaringan daun tanaman yang sakit diiris setipis mungkin (transparan), irisan diletakkan pada gelas obyek (dibagian tengah) yang sudah diberi setetes air. Kemudian gelas obyek ditutup sedemikian rupa sehingga tidak terjadi gelembung udara. Preparat diamati di bawah mikroskop. Apa yang dilihat dari preparat langsung maupun dicocokkan dengan deskripsi ciri-ciri patogen. Identifikasi dilakukan dengan pengamatan secara mikroskopis (bentuk hifa, ada tidaknya septa, bentuk spora dll) dan makroskopis (gejala penyakit dan tanda penyakit di lapangan). Berdasarkan ciri-ciri tersebut fungi patogen diidentifikasi dengan menggunakan kunci determinasi serta dideskripsikan dengan acuan pustaka antara lain Alexopoulos dan Mims (1979); Barnett & Hunter (2006); Dwidjoseputro (1978); Streets (1980) dan Agrios (2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala Penyakit Embun Tepung (*Powdery Mildew*)

Gejala penyakit embun tepung sangat mudah dikenali karena pada permukaan tanaman yang terserang terdapat lapisan putih seperti tepung (Gambar 1). Gejala awal ditandai dengan bercak-bercak putih tak beraturan bercak menyatu sampai akhirnya melapisi seluruh permukaan bagian tanaman yang terserang. Bagian bibitsengon yang diserang adalah bagian daun mulai dari pucuk (Gambar 2) hingga daun dibawahnya, tangkai daun, ranting dan batang. Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis lapisan putih seperti tepung adalah sekumpulan miselium, konidium dan konidiofor dari fungi patogen.



Gambar 1. (a) dan (b) Serangan Penyakit Embun Tepung Pada Bibit Sengon di Persemaian
(Foto : Yayang Nurahmah).



Gambar 2. Gejala Serangan Penyakit Embun Tepung pada Bibit Sengon Berupa Lapisan Putih
(Foto : Yayang Nurahmah).

Daun muda yang terinfeksi pada stadia awal pertumbuhannya sangat terganggu dan bentuknya menjadi tidak normal (malformasi) yaitu daun mengkerut, keriting/bergelombang dan mengeras (Gambar 2), akhirnya daun kering dan rontok. Pengaruh infeksi jauh lebih parah pada daun muda dibandingkan dengan daun tua, bagian pucuk daun mengalami kematian (*die-back*). Daun tua yang terinfeksi tidak memperlihatkan perubahan kecuali makin menebalnya lapisan putih pada permukaan daun.

Identifikasi Penyakit

Hasil pengamatan secara mikroskopis dan pengamatan secara makroskopis, diketahui bahwa penyebab penyakit embun tepung pada bibit sengon adalah fungi *Oidium* sp. (Kelas Deuteromycetes/stadium aseksual) atau *Erysiphe* sp. (Ascomycetes/stadium seksual), secara lengkap klasifikasinya adalah sebagai berikut (Dwidjoseputro, 1978) :

Divisio	: Mycota
Subdivisio	: Eumycotina
Class	: Ascomycetes
Subclass	: Hemiascomycetidae

Ordo : Erysiphales
Famili : Erysiphaceae
Genus : *Oidium* (Erysiphe)
Species : *Oidium* sp. Sacc.

Oidium sp. dikenal sebagai parasit obligat yang hanya dapat hidup pada jaringan yang hidup. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa konidium fungi *Oidium* sp. berbentuk elips (bulat telur) tidak berwarna/hialin (Gambar 3). Infeksi *Oidium* adalah melalui stomata (lubang alami) kemudian konidia berkecambah membentuk *haustorium* yang masuk ke dalam sel *epidermis* dan menyerap hara yang terdapat di dalam sel *epidermis* tersebut (Boyce, 1961). Penyebaran penyakit dapat melalui angin, air, serangga dan manusia.

Presentase dan Intensitas Serangan Penyakit

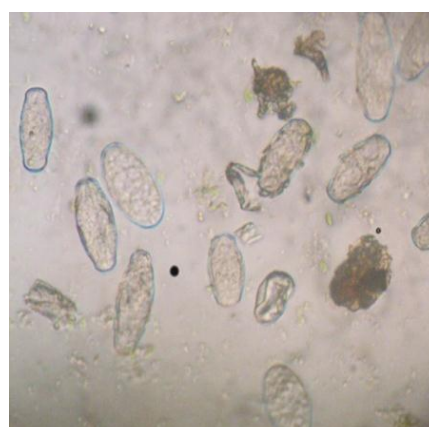
Berdasarkan hasil pengamatan, bibit sengon yang terserang penyakit embun tepung mencapai 78% dari 250 bibit. Intensitas serangan terendah sebesar 6% dan tertinggi mencapai 100%. Hasil pengamatan tersebut dikelompokkan berdasarkan jumlah daun majemuk yang dimiliki oleh bibit sengon. Intensitas serangan embun tertinggi yaitu 39,12% ditunjukkan oleh bibit yang memiliki jumlah daun sedikit (11-20 daun). Hasil

tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan intensitas serangan pada bibit dengan jumlah daun majemuk sangat sedikit (1-10). Hal tersebut mungkin disebabkan karena bibit dengan jumlah daun sangat sedikit sudah terlebih dulu mengalami serangan embun tepung sehingga saat dilakukan pengamatan daun pada bibit tersebut sudah mengalami kerontokkan akibat embun tepung. Bibit sengon dengan jumlah daun majemuk sangat banyak (31 – 40 daun) memiliki intensitas serangan terendah yaitu 24,23% (Tabel 1). Bibit sengon dengan jumlah daun lebih banyak cenderung menaungi bibit sengon dengan jumlah daun yang lebih sedikit, sehingga pada bibit tersebut terjadi kelembaban yang lebih tinggi dari pada bibit dengan jumlah daun majemuk lebih banyak. Kelembaban tinggi tersebut menyebabkan intensitas serangan menjadi lebih tinggi.

Bibit sengon yang memiliki daun majemuk relatif banyak menandakan bahwa bibit tersebut relatif sehat jika dibandingkan dengan yang memiliki daun majemuk sedikit. Kondisi inang tersebut yang menyebabkan perbedaan intensitas serangan embun tepung. Kemampuan patogen dalam menginfeksi akan berkurang saat inang dalam keadaan sehat. Kondisi inang yang tidak sehat akan menyebabkan peningkatan kerentanan terhadap patogen (Widyastuti *et al.*, 2005).



(a)



(b)

Gambar 3. Penampang Mikroskopis: (a) Konidiofor, (b) Kodinia dari *Oidium* sp. (Perbesaran 400x)
(Foto : Illa Anggraeni)

Tabel 1. Intensitas Serangan Embun Tepung pada Bibit Sengon Berdasarkan Jumlah Daun Majemuk

Kategori Jumlah Daun Majemuk	Intensitas Serangan (%)
SS	35.06 ± 17,87 a
S	39.12 ± 11,14 a
B	36.60 ± 3,67 a
SB	24.23 ± 4,79 b

SS (sangat sedikit) : Jumlah daun majemuk 1 – 10, S (sedikit) : jumlah daun majemuk 11 – 20, B (banyak) : jumlah daun majemuk 21 – 30 (banyak), SB (sangat banyak) = jumlah daun majemuk 31 – 40.

Selain dipengaruhi faktor internal yaitu tanaman itu sendiri, perkembangan penyakit tersebut juga sangat tergantung dari faktor eksternal. Faktor eksternal yang mungkin mempengaruhi tingkat serangan penyakit embun tepung di lahan antara lain suhu, kelembaban, curah hujan dan media tanam yang digunakan. Suhu optimum untuk perkecambahan konidiumnya adalah 25° C. Cendawan tersebut mampu berkembang pada cuaca kering, dan konidiumnya dapat berkecambah dalam udara dengan kelembaban nisbi rendah (50-75%) (Budiarto *et al.*, 2006). Lokasi pembibitan sengon tersebut memiliki curah hujan yang relatif tinggi. Kondisi lingkungan dengan kelembaban dan curah hujan tinggi sangat mendukung perkembangan cendawan tersebut (Sinclair, 1989). Suhu tinggi beberapa jam yang kemudian terjadi hujan, akan memicu perkecambahan konidia jamur yang berada diatas permukaan daun. Spora yang sudah berada di permukaan tanaman akan segera berkecambah dan membentuk haustorium. Penetrasi akan terjadi dalam beberapa jam setelah perkecambahan konidia (Triwiratno, 2014).

Upaya Pencegahan dan Pengendalian Penyakit

Pengendalian penyakit embun tepung dapat dilakukan melalui pengendalian kultur teknis, alami dan kimia. Pengendalian secara kultur teknis dapat dilakukan dengan cara membuat kondisi pertanian tidak cocok untuk perkembangan patogen ini salah satunya dengan pemangkasan atau pengaturan jarak

saat persemaian. Hal tersebut dapat mengurangi kelembaban. Pengendalian alam juga dilakukan dengan memanfaatkan biofungisida seperti *Ampelomyces-quisqualis* (Suastika, 2010 dalam Triwiratno, 2014). Serangan yang parah pada tunas muda disarankan untuk dipangkas, kemudian dimasukkan kantong plastik untuk mengurangi penyebaran konidia di kebun (Triwiratno, 2014). Penggunaan daun mimba mampu merusak membran sel jamur *Oidium* sp., sehingga metabolisme sel terganggu dan pertumbuhan sel terhambat. Perbedaan konsentrasi filtrat daun mimba mempengaruhi pertumbuhan embun tepung, dan filtrat daun mimba paling efektif adalah konsentrasi 60g/l, 80g/l dan 100g/l dengan presentase serangan embun tepung 11%, 14,59% dan 12,67% (Munah, 2006). Pengendalian kimia paling efektif dilakukan menjelang bertunas dan diulang saat daun muda menggunakan fungisida berbahan aktif benomil (sesuai dengan dosis yang tertera pada tabel) (Anggraeni dan Djatnika, 2000). Untuk penyembuhan penyakit embun tepung dapat dilakukan dengan pemberian cuka kayu (*wood venegar*) dengan dosis 4 cc/liter air dengan cara disemprot keseluruh bibit sengon.

KESIMPULAN

Jenis penyakit yang menyerang bibit sengon adalah embun tepung yang disebabkan oleh fungi patogen *Oidium* sp. dengan tingkat serangan tinggi mencapai 78% sedangkan intensitas serangan masih tergolong sedang dengan tingkat serangan tertinggi 39,12%. Tanaman pada kategori

jumlah daun majemuk sangat banyak (31-40 daun) menunjukkan perbedaan nyata terhadap intensitas serangan embun tepung dengan intensitas penyakit paling rendah yaitu 24,23%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 2005. *Plant Pathology*. 5th eds. Elsevier Academic Press. USA.
- Alexopoulos, C.J. and C.W. Mims. 1979. *Introductory Mycology*. John Wiley & Sons. New York.
- Alrasjid, A. 1973. *Beberapa Keterangan Tentang Albizia falentaria (L) Foxberg*. Lembaga Penelitian Hutan. Bogor.
- Anggraeni, I dan I. Djatnika. 2000. Upaya Pengendalian Embun Tepung pada Bibit *Acacia mangium* dengan Benomil, Tepung Gambir dan Kulit Buah Mahoni. *Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia* 16 – 18 September 1999. Jurusan Hama dan Penyakit, Fakultas Pertanian. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Anggraeni, I., U.W. Darmawan, A. Ismanto. 2014. Insiden Penyakit pada Kecambah Sengon (*Falcateria molucana* (Miq.) Barneby and J.W. Grimes) dan Uji Patogenisitasnya. *Jurnal Ilmu-ilmu Biologi dan Kimia*. 4 (2). 181-186.
- Badrunasar, Anas, dan Y. Nurahmah. 2011. *Pertelaan Jenis Pohon Koleksi Arboretum Balai Penelitian Teknologi Agroforestry*. Balai Penelitian Teknologi Agroforestry. Ciamis.
- Barnett, H. L and B. B. Hunter. 2006. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burges Publishing Company. Minneapolis – USA.
- Boyce, J.S. 1961. *Forest Pathology*. Third edition. McGraw Hill Book Company, Inc. New York.
- Budiarto K, S. Yogo, M. Ruud, W. Sri. 2006. *Budidaya Krisan Bunga Potong*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Jakarta.
- Dwidjoseputro. 1978. *Pengantar Mikologi*. Penerbit Alumni. Bandung.
- Martawijaya, A. I., Y. I. Kartasujana, S. A. Mandang, Prawira, K. Kadir. 1989. *Atlas Kayu Indonesia Jilid II*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Mulyana, D., C. Asmarahman, I. Fahmi. 2012. *Petunjuk Praktis Pembibitan Jabon dan Sengon*. Agromedia. Jakarta.
- Munah, M. 2006. *Uji Efektifitas Dosis Filtrat Daun Mimba (Azadirachta indica) dalam Menghambat Perkembangan Embun Tepung (Oidiumtingitanium) pada Tanaman Jeruk Siam (Citrusreticulata)*. Pustaka karya ilmiah Indonesia, Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia. Jakarta.
- Santoso, H. B. 1992. *Budidaya Sengon*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sinclair, J. B. 1989. *Threats to Soybean Production in the Tropics*. Red leaf blotch and leaf rust. Department of Plant Pathology. Univesity of Illinois at Urbana.

Streets, R. B. 1980. *Diagnosis Penyakit Tanaman* (Terjemahan : Imam Santoso). The University of Arizona Press. Tuscon – Arizona. USA

Triwiratno, A. 2014. *Penyakit Embun Tepung (*Oidiumtingitanium carter*)*. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. <https://balitjestro.litbang.pertanian.go.id/penyakit-embun-tepung-oidium-tingitanium-carter/>. Diakses tanggal 14 Februari 2017.

Widyastuti, S. M., Sumardi, Harjono. 2005. *Patologi Hutan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

PENGARUH WAKTU PERENDAMAN DALAM AIR, KADAR PATI DAN KADAR LIGNIN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK BAMBU AMPEL (*Bambusa vulgaris* Schard)

Abdurachman, Agus Ismanto*
Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunungbatu No. 5. Bogor 16610
*e-mail: aismanto59@gmail.com

ABSTRACT

The effect of immersion time in the water, starch and lignin content physical and mechanical properties of Ampel bamboo (*Bambusa vulgaris* Schard)

The studied effect of immersion time in the water on physical and mechanical properties of ampel bamboo had been studied at the Forest Products Research and Development Center Bogor. Round Bamboo of ampel species (*Bambusa vulgaris* Schard) a length of 50 cm was immersed in running water, stagnant and in the sludge for 7, 14, 21 and 28 days. Then the changes in starch and lignin content, physical and mechanical properties were evaluated. The physical properties studied were evaluated density and moisture content, while mechanical properties were bending and parallel tensile strength of fiber. The results showed that the media and immersion time significantly affect the density and moisture content, but did not affect the physical and mechanical properties. Increased starch content in a variety of treatments, especially on immersion in water, otherwise the lignin content decreases, causing a decrease in the nature of Modulus of Elasticity (MOE) and Modulus of Rupture (MOR). Immersion in stagnant water better than by soaking in the mud and in running water.

Keywords: *Bambusa vulgaris* Schard, media, immersion time, physical and mechanical properties

ABSTRAK

Penelitian pengaruh waktu perendaman dalam air terhadap sifat fisik dan mekanik bambu ampel (*bambusa vulgaris*) telah dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan Bogor. Bambu bulat berukuran panjang 50 cm direndam dalam air mengalir, tergenang dan lumpur selama 7, 14, 21 dan 28 hari, kemudian diamati perubahan kadar pati, diuji sifat fisik dan mekaniknya. Sifat fisik yang diteliti adalah kerapatan dan kadar air, sedangkan sifat mekanik adalah keteguhan lentur dan tarik sejajar serat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media dan waktu rendaman berpengaruh nyata terhadap kerapatan dan kadar air, tetapi tidak berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis bambu yang diteliti. Kadar pati meningkat pada berbagai perlakuan terutama pada rendaman dalam air mengalir, sebaliknya kandungan lignin menurun sehingga menyebabkan penurunan sifat Modulus elastisitas (MOE) dan keteguhan lentur maksimum (MOR). Perendaman dalam air tergenang lebih baik dibandingkan dengan cara perendaman dalam lumpur maupun dalam air mengalir.

Kata kunci : *Bambusa vulgaris* Schard, media, waktu perendaman, sifat fisis dan mekanis

PENDAHULUAN

Bambu merupakan hasil hutan non kayu yang tergolong murah harganya, besar jumlahnya, dan digunakan secara luas untuk berbagai keperluan. Tanaman ini menyebar di seluruh kawasan nusantara (Kuswanto, 2000). Potensi jenis bambu di dunia tercatat lebih dari 75 genera dan 1250 spesies. Dari jumlah tersebut sekitar 80% terdapat di Asia

Selatan dan Asia Tenggara (Sharma, 1987 dan Uchimura, 1980). Di Indonesia ditemukan sekitar 60 jenis bambu mulai dari dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian sekitar 300 m dari permukaan laut (Krisdianto *et al.*, 2000), salah satunya adalah bambu ampel (*Bambusa vulgaris* Schrad.) yang terdiri dari dua varietas yaitu hijau yang digunakan sebagai pagar dan

kuning sebagai tanaman hias (Widjaja, 2001).

Saat ini bambu ampel belum memiliki nilai jual dibandingkan dengan jenis bambu lainnya. Bambu ampel jarang digunakan untuk bahan bangunan rumah, furnitur, barang kerajinan tangan, dan produk-produk lain yang memerlukan keawetan cukup lama, karena mudah diserang oleh hama, terutama kumbang bubuk. Kumbang bubuk merupakan organisme perusak kayu yang paling umum dijumpai di Indonesia. Kumbang bubuk mengakibatkan kerusakan yang paling besar pada tanaman bambu. Kumbang bubuk yang paling banyak tersebar di Asia adalah *Dinoderus minutus* Fabricus, *D. brevis* Horn dan *D. ocellaris* Stephen. Namun demikian hanya *D. minutus* yang paling umum dijumpai di Indonesia, dan masyarakat menyebutnya dengan toko atau bubuk (Krisdianto *et al.*, 2000). Kumbang *D. minutus* berukuran kecil sekitar 3 mm, dan mudah dikenali karena mempunyai kepala tunduk ke bawah, dihiasi dengan sepasang antena yang bersatu dan membesar pada 3 ruas terakhirnya. Tubuhnya hitam atau coklat kehitaman, berbentuk gilig memanjang dengan ujung belakang yang gepat (Gambar 1). Bentuk tubuh yang gilig ini sesuai kegiatannya sebagai penggerek kayu, bambu dan rotan. Kumbang betina meletakkan telur pada liang gerek. Larva yang menetas dari telur akan mengkonsumsi pati yang terdapat dalam jaringan inangnya dengan membuat liang-liang gerek. Aktivitas tersebut membuat kayu atau bambu menjadi rapuh dan hancur (Noerdjito, 1994).

Pati merupakan polisakarida pada bambu yang paling melimpah kedua setelah selulosa. Pati dapat dipisahkan menjadi dua fraksi utama berdasarkan kelarutannya bila dibubur (tritasi) dengan air panas. Kandungan pati pada bambu ampel cukup tinggi sehingga jenis bambu tersebut banyak mengalami serangan bubuk kayu kering *D. minutus* (Nandika *et al.*, 1994). Bambu ampel harus dihindarkan dari serangan hama kumbang bubuk agar tidak terserang dan menjadi cepat rusak.

Upaya untuk menghindari serangan kumbang bubukperusak bambu yaitu dengan melakukan pengawetan. Menurut Wijayanti (1998), pengawetan bambu ada dua cara yaitu secara tradisional dengan merendam bambu dalam air mengalir, air tergenang atau air asin dan lumpur, dan menggunakan bahan kimia. Pengawetan dengan bahan kimia dinilai kurang ekonomis dan juga tidak ramah lingkungan. Untuk itu dilakukan pengawetan secara tradisional, yaitu dengan cara merendam bambu dalam air mengalir, air tergenang dan di dalam lumpur selama beberapa minggu. Metode perendaman cukup efektif untuk menahan serangan kumbang bubuk, karena dengan perendaman maka zat pati yang terkandung di dalam bambu menjadi berkurang (Nandika *et al.*, 1994). Cara ini merupakan cara tradisional karena tidak menggunakan bahan kimia sehingga tidak memerlukan biaya untuk proses pengawetannya dan juga ramah lingkungan.

Lignin merupakan senyawa kimia yang sangat kompleks, mengandung inti-inti aromatis, termasuk polimer tinggi. Hal ini terbukti dengan mendestilasi lignin, degradasi oleh alkali akan membentuk turunan-turunan benzena. Lignin juga merupakan senyawa yang reaktif, karena mengandung gugus hidroksil, metoksil, dan karbonil dengan berat molekul $\pm 3.000 - 140.000$. Lignin banyak dijumpai pada ruang antara sel dan dinding primer serat kayu. Fungsi utamanya pada tumbuhan adalah sebagai zat perekat yang berhubungan dengan kekuatan dan kekakuan serat kayu sehingga tumbuhan yang besar dapat berdiri kokoh.

Tulisan ini mengemukakan tentang efektivitas perendaman bambu ampel (*Bambusa vulgaris* Schrad.) dalam tiga media yaitu air tergenang, air mengalir dan lumpur terhadap kandungan pati dengan empat periode waktu perendaman yaitu 7, 14, 21 dan 28 hari. Diharapkan dengan berkurangnya kadar pati maka bambu tersebut menjadi awet karena makanan utama kumbang bubuk menjadi berkurang. Selanjutnya dilakukan kajian terhadap perubahan sifat fisik dan mekaniknya setelah proses perendaman selesai.



Gambar 1. Kumbang bubuk (*Dinoderus minutus*)
(Sumber: Setyanto, 2013)

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah bambu ampel (*Bambusa vulgaris* Schrad.) yang berasal dari Cikarang, Bekasi, Jawa Barat. Bahan kimia yang digunakan yaitu H_2O , larutan kalium iodida (KI) 20%, H_2SO_4 1,25; 25; 72%, H_2SO_4 1N, larutan natrium tio sulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,1N, HCl 3 dan 25%, indikator kanji 0,5%, NaOH 3,25%, larutan indikator *phenolphthalein*, dan larutan *Lurf-Schoorl*.

Peralatan yang digunakan adalah timbangan analitik, buret, *refluks* atau pendingin tegak, alat-alat gelas, glinder, oven, eksikator, cawan porselen, pembakar, kaki tiga, kasa asbes, gegep, kertas saring tak berabudan mesin uji mekanik (UTM).

Metode Penelitian

1. Persiapan Bahan

Bambu ampel yang digunakan sebanyak 5 batang dari rumpun yang sama. Lima batang bambu tersebut dipotong sepanjang 35 cm sebanyak 30 potong untuk masing-masing perlakuan, kemudian potongan bambu tersebut direndam dalam air tergenang, air mengalir dan dalam lumpur selama 7, 14, 21, dan 28 hari. Perendaman dilakukan di Kampung Cimanglid, Desa Sukamantri, Kecamatan Tamansari, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.

2. Prosedur Penelitian

Bambu yang telah direndam, diangkat, kemudian dibersihkan dengan air sampai bersih, dikeringkan di udara terbuka dan dipotong kecil-kecil dengan panjang ± 5 cm, kemudian dibersihkan bagian epidermis dan endodermis sehingga yang tersisa hanya

bagian dalam saja. Selanjutnya bambu dikeringkan dalam oven pada suhu $40^\circ C$ selama ± 12 jam. Kemudian bambu yang sudah kering digiling dengan menggunakan mesin glinder sehingga diperoleh bubuk bambu dengan ukuran 20 *mesh* yang siap untuk dianalisis. Untuk pengujian sifat fisis dan mekanis disediakan dari potongan panjang 35 cm dengan ukuran contoh uji sesuai Gambar 2.

Analisis kadar pati dilakukan dengan metode titimetri cara *Lurf-Schoorl* dengan urutan sebagai berikut :

- Serbuk bambu ditimbang 1-2 g dan dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* asah 250 mL, ditambahkan 25 mL HCl 3% atau H_2SO_4 1,25%, dididihkan dengan memakai *reflux* selama $1\frac{1}{2}$ hingga 2 jam dan didinginkan. Setelah dingin, larutan dinetralkan dengan NaOH 3,25% (dengan indikator PP), dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL dan ditepatkan sampai garis tera.
- Larutan kemudian disaring, dipipet 10 mL *filtrat*, dan dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* asah 250 mL. *Filtrat* selanjutnya ditambahkan 25 mL larutan *Lurf-Schoorl* dan 15 mL *aquademin*, kemudian dididihkan dengan memakai *reflux* selama 10 menit dan didinginkan. Setelah dingin, larutan ditambahkan 10 mL larutan KI 20% dan 25 mL larutan H_2SO_4 25% (hati-hati terbentuk gas CO_2).
- Setelah larutan berwarna coklat kemudian ditambahkan larutan kanji 0,5% (sebagai indikator) dan dititrasi dengan larutan natrium tio sulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,1 N hingga titik akhir tidak berwarna (V_1). Sebagai blanko dilakukan penetapan dengan 25 mL air dan 25 mL

larutan *Lurf-Schoorl* (V_2). Kadar pati dihitung menurut rumus berikut :

$$\text{Kadar pati} = \frac{fp \times mg \text{ glukosa} \times 0,90}{mg \text{ sampel}} \times 100 \% \dots (1)$$

Keterangan:

fp = faktor pengenceran

0,90 = faktor konversi

Analisis kadar selulosa dan lignin dilakukan dengan metode *Chesson*, analisis ini diperlukan untuk mendukung pengamatan sifat mekanis bambu setelah direndam dalam air tergenang, air mengalir dan lumpur.

Sampel kering ditimbang 0,5-1g (berat a), ditambahkan 80 ml H_2SO_4 1 N, kemudian dididihkan di atas penangas air pada suhu $100^\circ C$ selama 1 jam, kemudian didinginkan, disaring, dan residu dicuci sampai netral dengan air panas ± 300 mL. Residu yang didapatkan kemudian dikeringkan hingga beratnya konstan pada suhu $105^\circ C$ dan kemudian ditimbang (berat b).

Residu kering ditambahkan 75 mL H_2SO_4 72% dan didiamkan pada suhu kamar selama 4 jam. Kemudian larutan ditambahkan 50 mL air dan dipanaskan di atas penangas air pada suhu $100^\circ C$ selama 1 jam. Selanjutnya residu disaring dan dicuci dengan *aquademin* sampai netral (± 400 mL) dan dipanaskan di dalam oven pada suhu $105^\circ C$ sampai beratnya konstan dan ditimbang (berat c). Selanjutnya residu diabukan dan ditimbang (berat d). Perhitungan kadar selulosa dan lignin menurut rumus :

Kadar Selulosa

$$= \frac{(b-c)}{a} \times 100 \% \dots (2)$$

Kadar lignin

$$= \frac{(c-d)}{a} \times 100 \% \dots (3)$$

Keterangan:

a = Bobot sampel

b = Bobot penimbangan residu pertama

c = Bobot penimbangan residu kedua

d = Bobot abu

Sifat mekanis yang diteliti adalah keteguhan lentur statik (MOE dan MOR)

dan keteguhan tarik sejajar serat. Contoh uji diambil dari potongan bambu sepanjang 35 cm masing-masing 5 ulangan untuk setiap perlakuan. Pembuatan contoh uji mengikuti prosedur Ghavami (1990) dengan bentuk spesimen (Gambar 2).

Pengolahan Data

1. Data primer dihitung berdasarkan rumus yang relevan dengan masing-masing sifat yang diteliti dan dihimpun dalam bentuk tabel dan grafik.
2. Analisa statistik sebagai alat bantu digunakan untuk melihat sejauh mana perbedaan-perbedaan antar perlakuan yang terjadi sehubungan parameter uji yang dilakukan.
3. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap faktorial 3×4 yaitu :
Media rendaman : 3 (dalam lumpur, dalam air tergenang dan dalam air mengalir).
Waktu perendaman : 4 (7, 14, 21 dan 28 hari).
Parameter uji : kadar pati, kerapatan, kadar air, MOE, MOR dan kuat tarik sejajar serat masing-masing 5 ulangan. Sebagai pembandingan disediakan contoh uji untuk pengujian tanpa perendaman (kontrol).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar Pati

Hasil analisis kadar pati bambu setelah direndam dalam lumpur, air tergenang dan air mengalir selama 7, 14, 21 dan 28 hari disajikan pada Gambar 3. Kandungan pati pada umumnya meningkat setelah direndam dalam lumpur, air tergenang dan air mengalir. Pada rendaman dalam air mengalir sama sekali tidak terjadi penurunan dibandingkan dengan kontrolnya (tidak direndam). Hal ini disebabkan oleh proses penguraian kandungan pati lebih cepat terjadi oleh kegiatan mikroorganisme air yang mampu mengubah kadar pati bambu yang terdapat di dalam jaringan-jaringan pembuluh menjadi suatu senyawa kimia lain yang mudah larut dalam air. Penurunan kadar pati terjadi pada rendaman dalam air tergenang selama 7 dan 21 hari

masing-masing sebesar 16,7% dan 14,8%, sedangkan pada rendaman dalam lumpur hanya terjadi selama 28 hari sebesar 13,34%. Nilai kadar pati ini jauh lebih besar dibandingkan dengan kadar pati bambu ampel hasil penelitian Susilaning dan Suheryanto (2012) yang direndam dalam air mengalir dan air tergenang selama 1-3 bulan.

B. Lignin

Lignin bersama dengan selulosa merupakan bahan penguat yang terdapat di dalam tumbuhan. Secara kimia, lignin sebenarnya merupakan polimer yang terdiri atas beberapa jenis monomer fenilpropana yang berlainan. Semua lignin mengandung koniferil alkohol, selain itu, lignin yang terdapat dalam sebagian besar tumbuhan dikotil mengandung gugus sinapil (Robinson, 1995). Rata-rata hasil analisis kandungan lignin pada bambu ampel yang sudah direndam dalam lumpur, air tergenang dan air mengalir selama 7, 14, 21 dan 28 hari terlihat pada disajikan dalam Gambar 4.

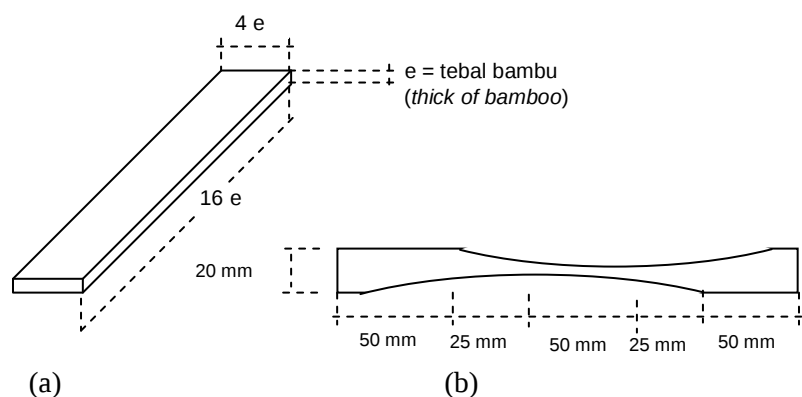
Kandungan lignin pada semua perlakuan justru mengalami penurunan, berkebalikan dengan dengan kadar pati. Penurunan rata-rata terjadi pada rendaman dalam air tergenang, lumpur dan air mengalir berturut-turut 34,2; 31,7 dan 28,3%. Penurunan kadar lignin cenderung akan menurunkan kekuatan bambu karena

lignin merupakan zat penguat pada tumbuhan.

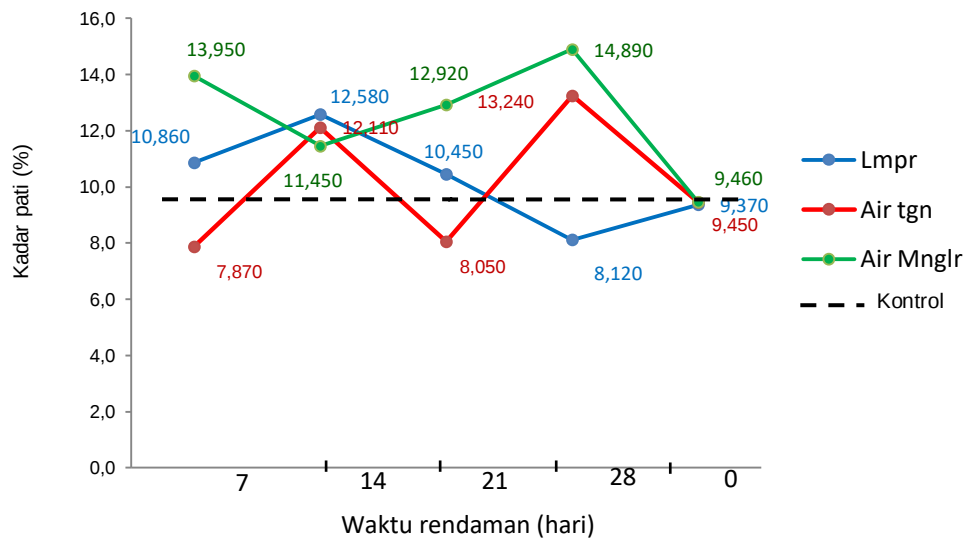
Kadar lignin selama proses perendaman memang mengalami penurunan jika dibandingkan dengan kontrol. Tetapi bila dibandingkan antara minggu pertama sampai minggu keempat, hasilnya tidak terlalu mengalami perubahan yang signifikan karena lignin tidak begitu larut dalam asam sulfat yang ditambahkan untuk proses hidrolisis. Walaupun lignin tidak begitu larut dalam asam, tetapi dari struktur kimianya akan mengalami perubahan oleh karena penambahan H_2SO_4 72% maupun pada saat proses pemanasan (Achmadi, 1990).

C. Sifat fisis dan mekanis

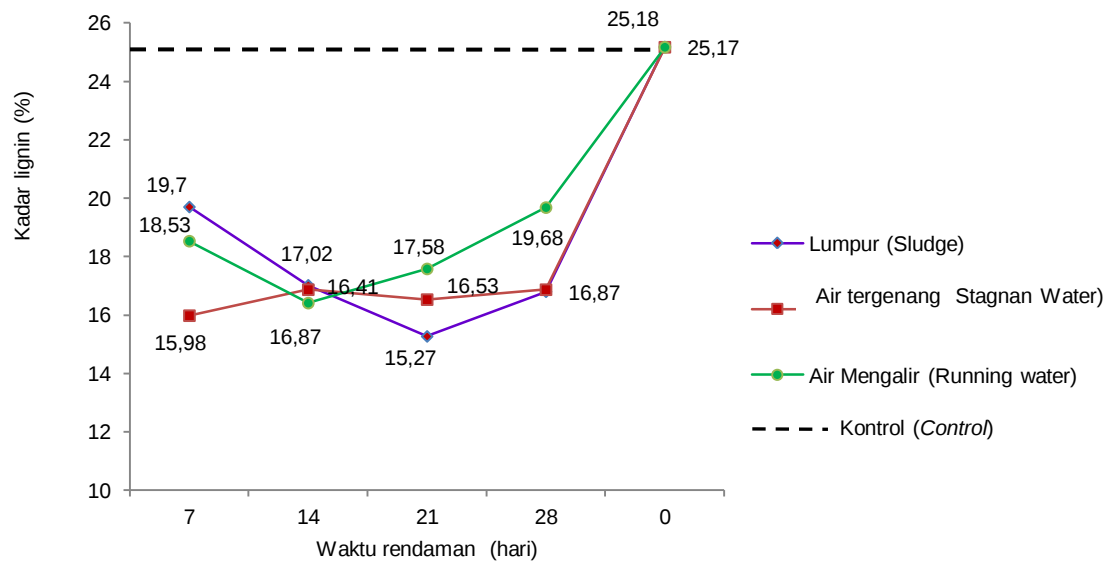
Hasil pengujian sifat fisis dan mekanis bambu ampel dengan tiga macam perlakuan perendaman dan 4 periode waktu perendaman dapat dilihat pada Tabel 1. Sifat fisis yang diteliti (kerapatan dan kadar air) setelah perlakuan tidak menunjukkan perubahan yang berarti dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Modulus elastisitas (MOE) dan keteguhan lentur maksimum (MOR) menurun setelah perlakuan dibandingkan dengan kontrolnya, hal ini disebabkan oleh pengurangan kadar lignin dan penambahan kadar pati setelah perlakuan perendaman 7, 14, 21 dan 28 hari.



Gambar 2. Bentuk dan Ukuran Contoh Uji Sifat Mekanis Bambu. (a) Spesimen Pengujian Lentur Statik. (b) Spesimen Pengujian Tarik // Serat.



Gambar 3. Nilai Rata-rata Kadar Pati pada 3 Media Rendaman dan 4 Periode Waktu



Gambar 4. Nilai Rata-rata Kandungan Lignin pada 3 Media Rendaman dan 4 Periode Waktu

Tabel 1. Nilai Rata-rata Sifat Fisis dan Mekanis Bambu Ampel pada 3 Media Rendaman

Media rendaman	Waktu (hari)	Sifat Mekanis (kg/cm ²)			Kerapatan (g/cm ³)	Kadar Air (%)
		MOE	MOR	Tarik // serat		
Lumpur	7	104.596,32	1.016,31	1.227,92	0,736	13,66
	14	102.775,93	1.040,39	994,00	0,625	14,08
	21	88.442,32	734,83	575,65	0,585	14,14
	28	94.194,62	899,56	1.051,46	0,636	14,08
	0	151466,04	1220,39	990,43	0,64	13,52
Air Tergenang	7	110.249,67	1.225,51	1.340,38	0,776	13,35
	14	125.234,16	1.353,67	1.232,02	0,735	13,90
	21	122.612,33	1.086,31	994,00	0,700	13,94
	28	99.004,74	996,31	1.569,86	0,725	14,09
	0	151466,04	1220,39	990,43	0,637	13,52
Air Mengalir	7	95.868,81	1.102,32	1.662,03	0,744	13,51
	14	60.216,46	728,84	1.027,86	0,566	13,36
	21	92.629,50	1.022,63	1.284,94	0,701	13,25
	28	120.057,07	1.255,97	1.503,85	0,708	13,35
	0	151.466,04	1.220,39	990,43	0,637	13,52

Tabel 2. Analisis Keragaman Perlakuan Perendaman Bambu Ampel

Sumber Keragaman	db	Parameter uji									
		Kerapatan (%)		Kadar Air (%)		MOE (kg/cm ²)		MOR (kg/cm ²)		Kuat Tarik // serat (kg/cm ²)	
		JK	F _{hit}	JK	F _{hit}	JK	F _{hit}	JK	F _{hit}	JK	F _{hit}
Media rendaman (M)	2	0,0679	4,3373	0,3674	1,4895	5,314E+09	1,6469	592612,73	2,2927	1845851,1	3,6943
Waktu rendaman (T)	3	0,1037	4,4159*	3,6693	9,917**	632780424	0,1307	212507,66	0,5481	2245885,3	2,9966
Interaksi M x T	6	0,0705	1,5003	0,189	0,245	1,148E+10	1,186	1184365,3	1,5273	895111,82	0,5972
Galat	48	0,3759		5,9199		7,744E+10		6203564,6			
Jumlah	60	28,7031		11563,295		7,109E+11		72908376			

Keterangan : *) Berbeda nyata

**) Sangat berbeda nyata

JK : Jumlah Kuadrat

F_{hit} : F hitung

Waktu perendaman berpengaruh nyata terhadap kerapatan dan sangat nyata terhadap kadar air pada tingkat nyata 5%. Perlakuan perendaman dalam lumpur, air tergenang dan air mengalir pada 4 periode waktu tidak berpengaruh terhadap sifat mekanis yang diteliti. Namun peningkatan atau penurunan kadar pati dan kadar lignin menyebabkan peningkatan atau penurunan sifat mekanis pada setiap media dan waktu perendaman (Tabel 3, 4 dan 5).

Pada rendaman dalam lumpur selama 28 hari, MOE dan MOR menurun dibandingkan dengan kontrolnya, sementara keteguhan tarik sejajar serat pada rendaman 7 hari mencapai nilai lebih tinggi dari kontrolnya. Tetapi pada rendaman 21 hari keteguhan tarik sejajar serat turun drastis

sebesar 41,9%, hal ini disebabkan oleh meningkatnya kadar air dan masuknya zat kimia yang terkandung dalam lumpur sehingga bambu menjadi kaku dan kekuatan lenturnya menjadi lebih rendah. Pada perendaman dalam air tergenang kadar pati menurun pada hari 7 dan ke 21, namun MOE menurun, MOR meningkat pada hari ke-7 dan ke-14. Persentase peningkatan keteguhan tarik sejajar serat mencapai 58,5% pada rendaman 28 hari. Pada rendaman dalam air mengalir MOE dan MOR mengalami penurunan cukup besar selama periode waktu perendaman, sementara keteguhan tarik sejajar serat mengalami peningkatan cukup besar pula hingga mencapai 67,8% pada rendaman 7 hari.

Tabel 3. Persentase Peningkatan atau Penurunan Sifat Mekanis pada Perendaman dalam Lumpur

Waktu perendaman (hari)	Kadar pati (%)	Kadar lignin (%)	MOE (kg/cm ²)	MOR (kg/cm ²)	Keteguhan tarik sejajar serat (kg/cm ²)
7	14,8	-21,8	-30,9	-16,7	24,0
14	33,0	-32,4	-32,1	-14,7	0,4
21	10,5	-39,4	-41,6	-37,8	-41,9
28	-14,2	-33,3	-37,8	-26,3	6,2

Keterangan: (-) penurunan

Tabel 4. Persentase Peningkatan atau Penurunan Sifat Mekanis pada Perendaman dalam Air Tergenang

Waktu perendaman (hari)	Kadar pati (%)	Kadar lignin (%)	MOE (kg/cm ²)	MOR (kg/cm ²)	Keteguhan tarik sejajar serat (kg/cm ²)
7	-16,7	-36,5	-27,2	0,4	35,3
14	28,1	-33,0	-17,3	10,9	24,4
21	-14,8	-34,3	-38,8	-10,9	0,4
28	40,1	-33,0	-20,7	-18,4	58,5

Keterangan: (-) penurunan

Tabel 5. Persentase Peningkatan atau Penurunan Sifat Mekanis pada Perendaman dalam Air Mengalir

Waktu perendaman (hari)	Kadar pati (%)	Kadar lignin (%)	MOE (kg/cm ²)	MOR (kg/cm ²)	Keteguhan tarik sejajar serat (kg/cm ²)
7	47,5	-26,4	-36,7	-9,7	67,8
14	21,0	-34,8	-60,2	-40,3	3,8
21	36,6	-30,2	-38,8	-16,2	29,7
28	57,4	-21,8	-20,7	2,9	51,8

Keterangan: (-) penurunan

KESIMPULAN

Kadar pati rata-rata pada Perendaman dalam lumpur meningkat sebesar 27,1% dibandingkan dengan kontrolnya, kandungan lignin menurun 31,7%. Penurunan terendah MOE sebesar 28,7% pada rendaman 21 hari dan penurunan terbesar MOR 33,8% pada rendaman 21 hari. Pada perendaman dalam air tergenang, kadar pati menurun 16,7% pada 7 hari dan 14,8% pada rendaman 21 hari. Lignin rata-rata menurun sebesar 34%, MOE dan MOR menurun pada waktu rendam 28 hari masing-masing sebesar 34,7% dan 18,4%. Kadar pati rata-rata meningkat sebesar 38,4% dan lignin menurun 17,2% pada perendaman dalam air mengalir. Penurunan terbesar MOE dan MOR sebesar 40,3% pada waktu rendam 14 hari, dan MOR meningkat 2,8% pada waktu rendam 28 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, S.S. 1990. *Kimia Kayu*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ghavami, K., 1990. *Application of Bamboo as a Low-cost Construction Material*. In Rao, I.V.R., Gnanaharan, R. & Shastry, C.B., *Bamboo Current Research*, The Kerala Forest Research Institute – India, and IDRC Canada: 270-279
- Kuswanto. 2000. Laporan Penelitian Bambu. *Perendaman Dalam Air dan Lumpur Tiga Jenis Bambu Terhadap Serangan Jamur Pembusuk Putih (Schizophyllum commune)*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta: 45-63.
- Krisdianto, G. Sumarni, dan A. Ismanto. 2000. *Himpunan Sari Hasil Penelitian Rotan dan Bambu*. Pusat Penelitian Hasil Hutan-Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan. Bogor.
- Nandika, D., J. K. Matangaran dan I. G. K. Tapa Darma. 1994. *Keawetan dan Pengawetan Bambu*. Jurnal Strategi Penelitian Bambu Indonesia. Yayasan Bambu Lingkungan Lestari. Bogor.
- Noerdjito, W.A. 1994. *Kumbang Dinoderus minutus (Coleoptera: Bostrychidae) : Perilakunya dalam Menggerek Bambu*. Himpunan Sari Hasil Penelitian Rotan dan Bambu. Pusat Penelitian Hasil Hutan-Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan. Bogor: 129-135.
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Penerjemah: Kosasih Padmawinata. Penerbit ITB. Bandung.
- Sharma, Y.M.L. 1987. *Bamboo in The Asia Pacific Region*. Bamboo Research in Asia. Proceeding of Workshop Held in Singapore 28-30 Mei 1980: 99-120.
- Setyanto, M. 2013. Predator pada Bambu dan Bagaimana Mengatasinya. Bengkel Hijau Indonesia. Bandung.
- Susilaning, L dan Suheryanto, D. 2012. Pengaruh Waktu Perendaman Bambu dan Penggunaan Borak-Borik Terhadap Tingkat Keawetan Bambu. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III*. Yogyakarta.
- Uchimura, E. 1980. *Bamboo Cultivation In Lessard, G. & Chouinard, A., Bamboo Research in Asia*, IDRC, Canada: 151-160.
- Widjaja, E. A. 2001. *Identikit Jenis-jenis Bambu di Kepulauan Sunda Kecil*. Puslitbang Biologi. Bogor.
- Wijayanti, A. 1998. *Pengaruh Perendaman dalam Air dan Lumpur Tiga Jenis Bambu Terhadap Serangan Jamur Pembusuk Putih (Schizophyllum commune)*. Institut Pertanian Yogyakarta. Yogyakarta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan diberikan kepada para pakar/mitra bestari/rekan setara yang telah diundang sebagai penelaah oleh *Jurnal Sains Natural* dalam Volume 7 No. 1, Tahun 2017. Berikut ini adalah daftar nama pakar/mitra bestari/rekan setara yang berpartisipasi :

1. Dr. Rudhy Gustiano, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Bogor
2. Prof. Dr. RTM Sutamiharja., M.Ag (Chem)
3. Dr. Padmono, Universitas Nusa Bangsa, Bogor
4. Drs. Agus Taufik, M.Si., Akademi Kimia Analis (AKA), Bogor
5. Prof. Dr. Supriyono Eko Wardoyo., Universitas Nusa Bangsa, Bogor
6. Djadjat Tisnadjaya, Drs., M.Tech, LIPI, Bogor
7. Dr. Ridha Arizal, M.Sc., Universitas Nusa Bangsa, Bogor

PETUNJUK BAGI CALON PENULIS

1. Umum

- a) Penulis artikel ilmiah adalah siapa saja yang berlatar belakang, berkecimpung atau berminat dalam bidang Biologi dan kimia
- b) Tanggung jawab atas isi tulisan yang dimuat tetap berada pada penulis
- c) Tulisan belum pernah diterbitkan di Jurnal Ilmiah lainnya

2. Penampilan

- a). Dianjurkan artikel kurang lebih antara 10-13 halaman cetak 1 spasi,
- b). Artikel dengan format : *font* (huruf) *Times New Roman* (*12 pt-bold* untuk judul utama, *11 pt-bold* untuk sub judul, *9 pt-normal* untuk isi abstrak dan *foot note*, *11 pt-bold* untuk setiap judul bab dan *11 pt-normal* untuk isi tulisan)
- c). Judul utama dan judul bab semua menggunakan huruf besar (*capital letter*).

3. Gaya Penulisan

- a) Menerima artikel ilmiah berbahasa Indonesia maupun berbahasa Inggris
- b). Judul artikel tidak boleh lebih dari 12 kata dalam tulisan berbahasa Indonesia, atau 10 kata tulisan berbahasa Inggris
- c). Nama-nama penulis tanpa gelar atau jabatan dan kepangkatan yang disandangnya, dengan mencantumkan alamat lembaga tempat kegiatan penelitian, serta alamat korespondensi kalau berbeda dengan lembaga tersebut berikut alamat e-mail kalau ada, langsung di bawah nama penulis
- d). Artikel harus disertai satu paragraf abstrak berbahasa Indonesia dan bahasa Inggris (berkisar 75-250 kata) lengkap disertai nama pengarang dan judul artikel, abstrak ditutup dengan *keywords* yang terdiri dari 5 kata kunci menyangkut naskah yang ditulis.
- e). Naskah harus lengkap dengan : Judul, Nama Penulis, Afiliasi, Abstrak, Pendahuluan, Bahan dan Metode (dalam bahan dan metode penelitian ini dikemukakan bahan-bahan yang digunakan serta prosedur penelitian untuk menguji hipotesis secara empiris), Hasil dan Pembahasan (dalam hal ini dikemukakan hasil penelitian termasuk pengujian hipotesis serta dibahas mengapa hal itu terjadi dengan membandingkan antara hasil faktual dengan teori yang ada), Kesimpulan dan saran (dalam hal ini dikemukakan intisari hasil penelitian serta saran yang dapat dikemukakan baik secara praktis maupun guna laksana) dan Daftar Pustaka (meliputi : nama pengarang, tahun penerbitan, judul buku/jurnal lengkap, Nama publikasi/penerbit, nomor publikasi, dan halaman (untuk jurnal), Daftar pustaka disusun berurut berdasarkan abjad sesuai dengan nama belakang pengarang.

4. Substansi (Isi artikel)

- a). Artikel berupa :
Laporan hasil penelitian ilmiah (antara lain: survey, studi kasus, percobaan/eksperimen) atau hasil kajian teoritis yang ditujukan untuk memajukan teori yang ada atau mengadaptasi teori pada suatu keadaan setempat, dan atau hasil penelaahan teori dengan tujuan mengulas dan menyintesis teori-teori yang ada
- b). Seyogyanya ada ketuntasan penggarapan (tidak hanya mengulang penelitian sejenis sebelumnya, tidak memermutasi metodologi dan obyek, tidak memecah suatu satu persoalan penelitian dalam serangkaian tulisan).
- c). Tidak menerima artikel yang hanya bersifat ulasan (*review*).
- d). Tidak ada plagiarisme antara lain adalah menyalin hasil kerja orang lain tanpa menuliskan sumber, termasuk karya yang dipublikasikan dan karya mahasiswa, kalau terbukti ada maka artikel akan ditolak dan penulis akan dimasukkan pada *black list* kami
- e) Seyogyanya jangan terlalu sering pengarang mengacu pada diri sendiri (*self citation*)
- f). Seyogyanya sumber acuan primer (artikel dalam berkala ilmiah, disertasi, tesis, dokumen paten, karya-karya ilmiah klasik orisinal) tidak kurang dari 40%
- g). Seyogyanya pengacuan pada karya ilmiah 10 th terakhir tidak kurang dari 5%.

