

POTENSI CANGKANG BUAH NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum*) SEBAGAI SUMBER RESIN ALAMI

POTENCY OF CALOPHYLLUM FRUIT SHELL AS NATURAL RESIN SOURCE

Ika Amalia Kartika^{1)*}, Rafiq Izzudin Rabbani¹⁾, dan Nancy Dewi Yuliana²⁾

¹⁾Departemen Teknologi Industri Pertanian, FATETA-IPB University
Kampus IPB Dramaga P.O. Box 220, Bogor 16680, Indonesia
Tel.: +62 251 8621974; +62 251 8621974.
Email: ikatk@yahoo.com

²⁾Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, FATETA-IPB University

Makalah: Diterima 4 September 2019; Diperbaiki 16 November 2019; Disetujui 30 November 2019

ABSTRACT

The objective of this work is to extract the resin from *Calophyllum* fruit shell, and to investigate the effect of solvent type (ethanol and methanol), shell to solvent ratio (1:6 and 1:8) and temperature (30, 40 and 50°C) on resin yield and its property. The experimentation was done using randomized factorial design. In general, solvent type, shell to solvent ratio and temperature affected resin yield and its property. Based on the variance analysis results ($\alpha=0.05$), the effect of temperature and shell to solvent ratio on resin yield was more evidential than solvent type. The higher the ratio of shell to solvent and the temperature, the resin yield was also increasing. The highest resin yield (7.69% or 75.32% based on potential mass of resin contained in *Calophyllum* shell) was obtained at a shell to solvent ratio of 1:8 and a temperature of 50°C with methanol as solvent. The effect of process conditions was very noticeable on total phenol content of resin, while its acid value was only significantly affected by solvent type and shell to solvent ratio. An increase in shell to solvent ratio and temperature improved total phenol content of resin. The highest total phenol content (71.23 mg gallic acid equivalent/kg) was obtained at 1:8 of shell to solvent ratio and 30°C with methanol as solvent. Acid value of resin ranged from 112-145 mg KOH/g, and it positively contained saponins. *Calophyllum* fruit shell had thus great potential as a natural resin source.

Keywords: *Calophyllum*, ethanol, extraction, fruit shell, methanol, resin

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengekstraksi resin dari cangkang buah nyamplung (*Calophyllum inophyllum*), dan untuk menginvestigasi pengaruh jenis pelarut (etanol dan metanol), rasio bahan terhadap pelarut (1:6 dan 1:8) dan suhu ekstraksi (30, 40 dan 50°C) terhadap rendemen resin dan karakteristiknya sehingga diperoleh kondisi proses ekstraksi terbaik. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial, dan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada $\alpha = 0,05$. Secara umum jenis pelarut, nisbah cangkang terhadap pelarut dan suhu ekstraksi mempengaruhi rendemen dan karakteristik resin yang dihasilkan. Hasil sidik ragam ($\alpha = 0,05$) menunjukkan pengaruh nisbah cangkang terhadap pelarut dan suhu ekstraksi pada rendemen resin lebih nyata daripada jenis pelarut. Semakin tinggi nisbah cangkang terhadap pelarut dan suhu ekstraksi, rendemen resin juga semakin meningkat. Rendemen resin tertinggi (7,69% atau 75,32% basis massa resin potensial yang dikandung bahan) dengan demikian diperoleh dari proses ekstraksi dengan pelarut metanol pada rasio bahan terhadap pelarut 1:8 dan suhu 50°C. Pengaruh ketiga faktor proses sangat nyata teramati pada kadar total fenol resin, sedangkan bilangan asam resin hanya dipengaruhi secara nyata oleh rasio bahan terhadap pelarut dan jenis pelarut. Semakin rendah rasio bahan terhadap pelarut dan suhu ekstraksi, kadar total fenol resin semakin tinggi. Kadar total fenol tertinggi (71,23 mg ekuivalen asam galat/kg) diperoleh dari proses ekstraksi dengan pelarut metanol pada rasio bahan terhadap pelarut 1:8 dan suhu 30°C. Bilangan asam resin yang diperoleh pada penelitian berkisar antara 112-145 mg KOH/g, dan resin positif mengandung saponin. Cangkang buah nyamplung jadi memiliki potensi yang besar sebagai penghasil resin alami.

Kata kunci: nyamplung, etanol, ekstraksi, cangkang, metanol, resin

PENDAHULUAN

Cangkang buah nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) merupakan limbah hasil dari pengolahan buah nyamplung. Tanaman nyamplung dapat menghasilkan 20 ton buah/ha per tahun, dan

luas tegakan tanaman nyamplung di Indonesia sekitar 255.350 ha yang tersebar di Jawa, Jambi, Sumatera Barat dan Selatan, Riau, Maluku, Lampung, Kalimantan Barat dan Tengah, NTT, Sulawesi, dan Papua (Bustomi *et al.*, 2014). Pada saat ini buah nyamplung banyak diolah menjadi

minyak melalui proses ekstraksi, dan pemanfaatan minyak nyamplung umumnya untuk keperluan non pangan (seperti untuk sabun, pelitur, minyak rambut, pelapis, minyak urut), kosmetika dan farmasi (Atabani dan César, 2014), serta biofuel dan biodiesel (Jain *et al.*, 2018). Bagian dari buah nyamplung yang banyak diolah dalam proses ekstraksi adalah bijinya. Hal itu karena biji nyamplung memiliki kadar minyak yang tinggi (>50% bk) (Kartika *et al.*, 2018). Berdasarkan hasil penelitian Kartika *et al.* (2017), buah nyamplung tersusun atas 60% cangkang dan 40% biji, artinya dari 1 kg buah nyamplung dihasilkan 0,6 kg cangkang buah nyamplung. Besarnya jumlah produksi cangkang buah nyamplung ini sayangnya belum dimanfaatkan secara maksimal. Pemanfaatan cangkang buah nyamplung sampai saat ini baru sampai pada tahap pengolahan cangkang menjadi pupuk organik atau briket padahal potensi pemanfaatan resin yang terkandung didalamnya untuk diolah menjadi produk-produk bernilai tambah tinggi sangatlah besar (Leksono *et al.*, 2014).

Resin merupakan bahan amorf yang tersusun atas bahan kimia alam yang kompleks. Secara fisik resin biasanya keras atau kental, larut dalam pelarut organik seperti alkohol tetapi tidak larut dalam air, serta meleleh ketika dipanaskan (Frial-McBride, 2016). Resin yang berasal dari nyamplung teksturnya sangat kental dan berwarna hijau kehitaman. Menurut Liu *et al.* (2015), resin nyamplung ini dapat digunakan untuk mengobati *odontalgia* dan pendarahan gusi. Kalofiloid, flavonoid, kumarin, inofilum A-E, triterpen, keton, asam kalofinat dan begonia, xanton, serta fenol dan polifenol merupakan senyawa-senyawa yang umumnya ditemukan dalam resin nyamplung (Dweck dan Meadows, 2002), selain polimer proantisoanidin (Tempesta, 1993).

Resin dapat diekstraksi dari berbagai tanaman menggunakan pelarut-pelarut polar seperti metanol, etanol (Assagaf *et al.*, 2012; Liu *et al.*, 2015; Kartika *et al.*, 2017; Susanto *et al.*, 2017; Amalia Kartika *et al.*, 2018). Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam proses ekstraksi selain jenis pelarut dan kondisi prosesnya adalah jumlah pelarut, ukuran bahan dan persiapannya sebelum ekstraksi (Swern, 1982). Komposisi pelarut, nisbah bahan terhadap pelarut, suhu dan waktu ekstraksi juga merupakan faktor-faktor yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan efisiensi proses ekstraksi (Assagaf *et al.*, 2012). Atas dasar itu, studi tentang ekstraksi resin dari cangkang buah nyamplung perlu dilakukan untuk mendapatkan rendemen dan karakteristiknya yang optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi cangkang buah nyamplung sebagai sumber resin alami dengan menganalisis pengaruh jenis pelarut (etanol dan metanol), nisbah cangkang terhadap pelarut (1:6-1:8) dan suhu ekstraksi (30-50°C)

terhadap rendemen resin dan karakteristiknya sehingga didapatkan kondisi proses ekstraksi terbaik.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Carita (Banten) menyuplai buah nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) yang mana cangkangnya digunakan dalam penelitian ini. Bahan-bahan kimia seperti metanol, KI, H₂SO₄, etanol, katalis CuSO₄·Na₂SO₄, Na₂S₂O₃, heksan, NaOH, asam borat, larutan Wijs, KOH, indikator mesel dan PP, kloroform, serta bahan-bahan kimia untuk analisis senyawa-senyawa fitokimia secara kualitatif didapatkan dari Sigma-Aldrich dan Brataco (Indonesia) dan merupakan *analytical* dan *technical grade*. Labu leher tiga, pendingin balik, *hot plate stirrer*, termometer, *magnetic bar*, neraca analitik, *blender*, oven, tanur, Soxhlet *apparatus*, labu Kjedral, cawan porselin dan aluminium, pompa vakum, gelas piala, labu erlenmeyer dan alat gelas lainnya adalah alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini.

Metode

Pengeringan cangkang buah nyamplung pada suhu 60-70°C dilakukan sebelum proses ekstraksi resin agar kadar airnya menurun hingga ≤ 5%, selain agar pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitasnya dalam merusak bahan dapat dihambat. Pengeringan tersebut dilakukan selama 48-72 jam. Karakterisasi cangkang buah nyamplung selanjutnya dilakukan untuk mengetahui kadar-kadar air (AOAC 1995, 950.46), abu (AOAC 1995, 923.03), serat kasar (SNI-01-2891-1992), protein (AOAC 1995, 991.20), resin dan minyak (SNI 01-2891-1992), serta karbohidrat (*by difference*).

Ekstraksi resin dari cangkang buah nyamplung dilakukan dengan metoda refluks pada suhu 30-50°C. Tahap ekstraksi diawali dengan penimbangan cangkang buah nyamplung sebanyak 100 g, kemudian ditambahkan ke dalamnya 100 mL pelarut etanol atau metanol. Campuran bahan dan pelarut selanjutnya digiling dengan *blender* selama 15 menit. Campuran bahan dan pelarut kemudian dituangkan ke dalam labu dengan tiga leher, dan 500-700 mL pelarut etanol atau metanol ditambahkan ke dalam campuran tersebut. Ekstraksi dilakukan selama 5 jam pada *hot plate stirrer* dengan kecepatan pengadukan 800 rpm. Campuran pelarut dan resin yang terekstraksi selama proses berlangsung 5 jam disepariasi dari ampas menggunakan *vacuumfilter*. Pemisahan pelarut dari resin dilakukan dengan evaporator melalui proses evaporasi pada suhu 80°C. Untuk mengevaporasi seluruh pelarut dari resin selanjutnya dilakukan pemanasan selama 1 jam dalam oven bersuhu 105°C. Resin yang diperoleh massanya ditimbang dan rendemennya dihitung menggunakan rumus:

Rendemen (%) = $[\text{massa resin (g)}/\text{massa bahan (g)}] \times 100$.

Karakterisasi mutu resin dilakukan melalui pengujian kadar total fenol (metode Folin-Ciocalteu yang diadaptasi dari Agbor *et al.* (2014)), bilangan asam (SNI 04-7182-2006) dan iod (SNI 3748-2006). Senyawa-senyawa fitokimia (flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, quinon, steroid, triterpenoid) yang terkandung dalam resin juga dianalisis secara kualitatif dengan metode yang diterangkan oleh Harborne (1996).

Rancangan percobaan acak lengkap dengan 3 faktor, yang meliputi nisbah cangkang terhadap pelarut (1:6 dan 1:8), suhu ekstraksi (30, 40 dan 50°C) dan tipe pelarut (etanol dan metanol), digunakan dalam penelitian ini dengan model matematikanya sebagai berikut (Montgomery, 2001).

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Besaran respon untuk faktor A taraf ke-i, faktor B taraf ke-j dan faktor C taraf ke-k

μ = Besaran rata-rata umum

A_i = Efek faktor nisbah cangkang terhadap pelarut taraf ke-i

B_j = Efek faktor suhu ekstraksi taraf ke-j

C_k = Efek faktor tipe pelarut taraf ke-k

$(AB)_{ij}$ = Efek dari interaksi faktor A taraf ke-i dan faktor B taraf ke-j

$(AC)_{ik}$ = Efek dari interaksi faktor A taraf ke-i dan faktor C taraf ke-k

$(BC)_{jk}$ = Efek dari interaksi faktor B taraf ke-j dan faktor C taraf ke-k

$(ABC)_{ijk}$ = Efek dari interaksi faktor A taraf ke-i, faktor B taraf ke-j, faktor C taraf ke-k

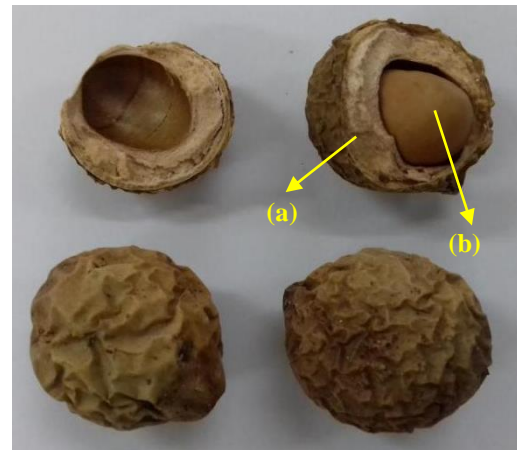
ε_{ijk} = Efek *error* dari faktor A taraf ke-i, faktor B taraf ke-j, faktor C taraf ke-k

Efek *error* dari faktor A taraf ke-i, faktor B taraf ke-j, faktor C taraf ke-k.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cangkang merupakan bagian dari buah nyamplung, yang menurut Kartika *et al.* (2017) persentasinya sekitar 60% dari buah nyamplung (Gambar 1). Tabel 1 memperlihatkan karakteristik cangkang buah nyamplung yang dijadikan bahan baku dalam penelitian ini. Cangkang buah nyamplung hasil pengeringan dengan oven masih mengandung air sekitar 5%, dan kandungan resinnya cukup tinggi sekitar 10%. Kandungan air dalam bahan yang minim dapat memfasilitasi proses ekstraksi karena pelarut dapat dengan mudah melarutkan resin dari bahan dengan kandungan air

yang minim. Sebaliknya kandungan air dalam bahan yang tinggi mengurangi kemampuan pelarut untuk melarutkan resin dari bahan karena perbedaan polaritas antara air dan resin (Amalia Kartika *et al.* 2018). Oleh karena itu pengeringan bahan sangat penting dilakukan sebelum proses ekstraksi. Selain menurunkan kandungan air dalam bahan, menurut Fadhlullah *et al.* (2015) pengeringan juga dapat menghentikan aktivitas enzim dalam merusak bahan, serta pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitasnya.



Gambar 1. Morfologi buah nyamplung (a) cangkang, (b) biji

Berdasarkan Tabel 1 cangkang buah nyamplung didominasi oleh serat (68,1%), yang menurut Senthil dan Mohan (2015) terdiri atas hemiselulosa, selulosa dan lignin, sehingga pemanfaatan cangkang buah nyamplung untuk bahan baku dalam produksi arang aktif (Wibowo *et al.*, 2010), pupuk organik, papan partikel dan briket (Almu *et al.*, 2014) juga prospektif. Selain itu, kadar protein dan abunya yang rendah menjadikan cangkang buah nyamplung rendah emisi gas NO_x dan rendah kerak sisa pembakaran ketika digunakan sebagai briket (Faizal *et al.*, 2015). Kadar minyaknya yang cukup tinggi ($\pm 9\%$) juga dapat menguntungkan pemanfaatannya sebagai briket, yaitu dapat meningkatkan nilai kalornya.

Tabel 1. Karakteristik cangkang buah nyamplung

Parameter	Nilai (% bb)
Kadar resin	10,21 \pm 0,16
Kadar air	4,99 \pm 0,02
Kadar abu	2,36 \pm 0,20
Kadar lemak	9,17 \pm 0,27
Kadar protein	1,54 \pm 0,15
Kadar serat	68,07 \pm 0,62
Kadar karbohidrat (<i>by difference</i>)	13,90 \pm 1,30

Proses ekstraksi cangkang buah nyamplung yang dilakukan dalam penelitian ini menghasilkan resin yang berwarna coklat gelap dan kental (Gambar 2). Rendemen resin yang dihasilkan berkisar antara 2-8% dengan kadar total fenol 33-72 mg ekuivalen asam galat/kg dan bilangan asam 112-146 mg KOH/g. Bilangan iod resin berkisar antara 55-57 mg iodin/g, dan resin positif mengandung saponin. Kandungannya terhadap senyawa-senyawa seperti flavonoid, alkaloid, tanin, quinon, steroid dan triterpenoid adalah negatif.

Hasil sidik ragam untuk rendemen resin (Tabel 2) memperlihatkan bahwa nisbah cangkang terhadap pelarut (A) dan suhu ekstraksi (B) berpengaruh secara nyata pada rendemen resin sedangkan tipe pelarut (C) tidak berpengaruh nyata. Rendemen resin yang diperoleh dari perlakuan ekstraksi dengan pelarut etanol nilainya relatif sama dengan yang diekstraksi pelarut metanol. Kinerja etanol dan metanol dalam mengekstraksi resin dari cangkang buah nyamplung relatif sama. Berdasarkan uji lanjut Duncan, rendemen resin dapat ditingkatkan secara signifikan dengan peningkatan nisbah cangkang terhadap pelarut dan suhu ekstraksi (Tabel 3). Rendemen resin tertinggi (7,69%) dengan demikian dapat diperoleh dari perlakuan nisbah cangkang terhadap pelarut terbesar (1:8) dan suhu ekstraksi tertinggi (50°C).

Tabel 3 memperlihatkan bahwa semakin besar nisbah cangkang terhadap pelarut, rendemen resin semakin tinggi. Perpindahan massa antara pelarut dengan zat terlarut dan juga luas kontak permukaan bahan akan semakin besardengan semakin banyak pelarut yang digunakan sehingga akan semakin banyak pula zat terlarut yang dapat diekstraksi oleh pelarut (Yulviyanti *et al.*, 2014; Tagora *et al.*, 2012). Menurut Geankoplis (1993) perpindahan massa akan terjadi jika konsentrasi antara zat terlarut dalam bahan dan pelarut berbeda, dan perpindahan tersebut akan berakhir ketika konsentrasi zat terlarut pada keduanya telah seimbang. Dalam proses ekstraksi makin banyak pelarut yang ditambahkan, maka perbedaan konsentrasi antara pelarut dengan zat terlarut yang terkandung dalam bahan makin besar pula sehingga

makin banyak zat terlarut yang dapat diekstraksi oleh pelarut.



Gambar 2. Resin hasil ekstraksi cangkang buah nyamplung dengan alcohol

Selain jumlah pelarut, pada penelitian ini rendemen resin juga dapat ditingkatkan secara signifikan dengan ditingkatkannya suhu ekstraksi setinggi 10°C. Peningkatan kelarutan dan kecepatan transfer massa resin ke dalam pelarut, serta penurunan viskositas resin dan tegangan permukaan pelarut dapat terjadi apabila suhu yang lebih tinggi diterapkan dalam proses ekstraksi sehingga resin lebih mudah terekstraksi (Kartika *et al.*, 2018). Peningkatan suhu, menurut Evon *et al.* (2007), juga dapat meningkatkan pelarutan zat terlarut oleh pelarut di dalam sel dan laju difusi pelarut ke dalam pori-pori bahan padat atau dinding sel akibat mengembangnya pori-pori padatan.

Selain meningkatkan rendemen, peningkatan suhu juga dapat mempercepat proses ekstraksi akibat adanya percepatan laju difusi (Margaretta *et al.*, 2011; Abu-arabi *et al.*, 2000), dan meningkatkan efisiensinya akibat energi kinetiknya meningkat sehingga resin yang terkandung di dalam sel meningkat solubilitasnya dalam pelarut dan pemisahan resin yang terikat oleh daya tarik antar molekul menjadi lebih mudah (Ashgari *et al.*, 2011).

Tabel 2. Nilai F hasil dari sidik ragam untuk rendemen dan mutu resin

Sumber keragaman	Nilai F untuk rendemen	Nilai F untuk bilangan asam	Nilai F untuk kadar total fenol	Nilai F pada $\alpha = 0,05$
Nisbah cangkang terhadap pelarut (A)	10,5808*	17,00*	7,525*	4,75
Suhu ekstraksi (B)	66,153*	1,824	29,399*	3,89
Tipe pelarut (C)	0,146	31,118*	6,462*	4,75
Interaksi antara AB	2,041	4,647*	1,062	3,89
Interaksi antara AC	77,913*	1,471	0,521	4,75
Interaksi antara BC	5,056*	18,059*	6,827*	3,89
Interaksi antara ABC	4,570*	1,118	6,240*	3,89

*Signifikan

Resin yang didapatkan dari penelitian ini rendemennya (7,69%) lebih kecil dibandingkan dengan yang didapatkan dari proses ekstraksi biji nyamplung menggunakan metanol (17,7%) (Kartika *et al.*, 2018), meskipun nisbah cangkang terhadap pelarut yang digunakan lebih tinggi (1:8 vs 1:4), tipe pelarut yang digunakan sama (metanol), suhu dan waktu ekstraksi juga sama (50°C dan 5 jam). Namun apabila rendemen dihitung berdasarkan massa resin potensial yang terkandung dalam bahan (Tabel 3), rendemen resin yang diperoleh dari penelitian ini lebih tinggi sekitar 14% dari yang diperoleh oleh Kartika *et al.* (2018) (75,32% vs 61,46%).

Penggunaan tipe pelarut etanol dan metanol pada studi ini tidak berpengaruh secara nyata pada rendemen resin. Pelarut umumnya akan melarutkan zat terlarut yang memiliki kelarutan yang sama. Berdasarkan parameter kelarutan Hildebrand (δ), resin (fenol pada umumnya) memiliki nilai δ sekitar 21-29 MPa^{1/2}, sedangkan nilai δ untuk metanol dan etanol masing-masing adalah 29,7 MPa^{1/2} dan 26,2 MPa^{1/2} (Burke, 1984). Nilai δ metanol, dan etanol yang relatif sama dan kecocokan nilai δ keduanya dengan nilai δ resin menyebabkan keduanya dapat mengekstraksi resin dengan rendemen yang tidak berbeda nyata (Kartika *et al.*, 2018).

Meskipun pengaruhnya terhadap rendemen tidak signifikan, namun tipe pelarut berpengaruh secara signifikan terhadap mutu resin yang dihasilkan, khususnya bilangan asam dan kadar total fenol. Berdasarkan hasil sidik ragam untuk bilangan asam (Tabel 2), hanya nisbah cangkang terhadap pelarut (A) dan tipe pelarut (C) saja yang berpengaruh secara signifikan pada bilangan asam, sedangkan suhu ekstraksi tidak berpengaruh secara signifikan. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bilangan asam resin yang diekstraksi dengan pelarut etanol lebih tinggi daripada dengan pelarut metanol, dan peningkatan nisbah bahan terhadap pelarut dapat meningkatkan bilangan asam resin. Hal ini menunjukkan bahwa resin yang diekstraksi dengan pelarut etanol lebih banyak mengandung senyawa-senyawa asam dibandingkan dengan metanol, dan semakin tinggi nisbah bahan terhadap pelarut bilangan asam resin pun semakin tinggi. Senyawa-senyawa asam yang terkandung dalam resin kemungkinan memiliki kepolaran yang lebih dekat dengan etanol daripada metanol sehingga kandungannya dalam resin yang diekstraksi dengan etanol lebih tinggi dibandingkan dengan metanol.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya, keasaman resin sangat tinggi karena resin nyamplung banyak mengandung asam kalofilat (*calophyllic acid*), asam begonia dan kalofinat, fenol dan polifenol, senyawa-senyawa turunan asam sinamat (Liu *et al.*, 2015), serta asam benzoat (Prabakaran dan Britto, 2012). Sifat asam dan senyawa-senyawa tersebut yang polar dan larut dalam metanol dan etanol menyebabkannya mudah

diekstraksi oleh metanol dan etanol. Asam kalofilat (*calophyllic acid*) merupakan asam organik yang memiliki aktivitas antibiotik (Dweck dan Meadow, 2002).

Nisbah cangkang terhadap pelarut 1:8 menghasilkan bilangan asam resin yang lebih tinggi dari pada nisbah 1:6. Hal ini sesuai dengan prinsip perpindahan massa yang sudah diterangkan sebelumnya dimana makin banyak pelarut yang ditambahkan maka zat terlarut yang larut dalam pelarut pun makin banyak. Dibandingkan dengan resin yang diekstraksi dari biji nyamplung (Kartika *et al.*, 2018), resin yang didapatkan dari penelitian ini mempunyai bilangan asam yang lebih rendah (112-146 mg KOH/g vs 159-195 mg KOH/g). Fenomena ini mungkin terjadi karena resin yang diekstraksi dari biji nyamplung selain mengandung asam-asam organik, juga banyak mengandung asam-asam lemak bebas, contohnya asam oleat, palmitat, stearat dan inoleat. Asam-asam lemak bebas tersebut lebih mudah dan banyak terlarut dalam etanol dan metanol sebagai pelarut polar dibandingkan pelarut non polar (heksan) sehingga pada ekstraksi biji nyamplung menggunakan kedua pelarut polar dan non polar asam lemak bebas akan lebih banyak terikat pada fraksi resin dibandingkan fraksi minyak (Kartika *et al.*, 2018). Dibandingkan dengan kopal (Ando dan Wiyono, 1988), bilangan asam resin yang didapat dari penelitian ini relatif sama (112-146 mg KOH/g vs 100-145 mg KOH/g). Menurut Dweck dan Meadow (2002), resin dari nyamplung juga mirip dengan resin dari kemenyan.

Pengaruh nisbah cangkang terhadap pelarut (A), suhu ekstraksi (B) dan tipe pelarut (C) pada kadar total fenol resin berdasarkan hasil sidik ragam adalah signifikan (Tabel 2). Kadar total fenol resin berdasarkan hasil uji lanjut Duncan dapat ditingkatkan dengan peningkatan nisbah cangkang terhadap pelarut, penurunan suhu ekstraksi dan penggunaan metanol sebagai pelarut. Kadar total fenol tertinggi (71.23 mg ekuivalen asam galat/kg) dengan demikian dapat diperoleh dari perlakuan nisbah cangkang terhadap metanol 1:8, suhu ekstraksi 30°C dan tipe pelarut metanol (Tabel 3).

Menurut Harborne (1996), fenol adalah senyawa kimia alami yang mempunyai cincin aromatik dengan satu atau dua gugus hidroksil. Flavanoid, tanin, terpenoid dan alkaloid adalah contoh senyawa-senyawa fenol. Fenol mudah terdegradasi oleh panas sehingga penggunaan suhu yang tinggi dapat menurunkan kadar total fenol (Spigno *et al.*, 2007). Suhu degradasi senyawa-senyawa fenolik berbeda-beda untuk setiap jenis bahan (Lin dan Chen, 2007; Chew *et al.*, 2011), dan pada penelitian ini kadar total fenol resin menurun secara signifikan ketika suhu ekstraksi ditingkatkan dari 30°C ke 50°C. Hal ini menunjukkan senyawa-senyawa fenolik yang terkandung dalam resin yang diekstraksi dari cangkang buah nyamplung dapat terdegradasi dengan kenaikan suhu 10°C saja.

Tabel 3. Rendemen dan mutu resin yang didapatkan dari proses ekstraksi cangkang buah nyamplung pada perlakuan yang berbeda-beda

Nisbah bahan terhadap pelarut	Suhu (°C)	Tipe pelarut	Rendemen basis massa bahan (%)	Rendemen basis massa resin potensial (%)	Bilangan asam (mg KOH/g)	Kadar total fenol (mg ekuivalen asam galat/kg)
1:6	30	Etanol	3,56±0,27	34,87± 0,27	129,03 ±5,61	67,96 ±2,24
1:6	40	Etanol	4,69 ±0,35	45,94± 0,35	131,83 ±2,80	43,15 ±4,61
1:6	50	Etanol	5,92 ± 0,30	57,98± 0,30	117,81 ±5,61	50,40 ±5,96
1:6	30	Metanol	2,41 ± 0,41	23,60±0,41	112,20 ±0,05	69,24 ±6,47
1:6	40	Metanol	2,83 ± 0,19	27,72± 0,19	112,20 ±0,01	70,59 ±6,92
1:6	50	Metanol	4,47 ± 0,27	43,78±0,27	129,03 ±5,61	45,59 ±2,05
1:8	30	Etanol	3,21 ± 0,07	31,44± 0,07	145,86 ±0,01	52,70 ±4,93
1:8	40	Etanol	3,43 ± 0,16	33,59± 0,16	140,25 ±5,61	53,29 ±2,43
1:8	50	Etanol	4,59 ± 0,19	44,96± 0,19	123,42 ±0,03	40,72 ±1,41
1:8	30	Metanol	4,11 ± 0,11	40,25± 0,11	123,42 ±0,02	71,23 ±3,08
1:8	40	Metanol	4,27 ± 0,27	41,82± 0,27	123,42 ±0,01	55,72±3,97
1:8	50	Metanol	7,69 ± 0,62	75,32± 0,62	123,42 ±0,04	33,09 ±1,09

Fenomena ini berbanding terbalik dengan rendemen resin yang mengalami peningkatan secara signifikan dengan peningkatan suhu 10°C. Ekstraksi resin dari cangkang buah nyamplung pada suhu 50°C dapat menghasilkan rendemen tertinggi (7,69%) tetapi kadar total fenolnya rendah (33,09 mg ekuivalen asam galat/kg), dan sebaliknya ekstraksi resin pada suhu 30°C dapat menghasilkan kadar total fenol tertinggi (71,23 mg ekuivalen asam galat/kg) tetapi rendemennya rendah (4,11%).

Penggunaan pelarut metanol pada ekstraksi resin dari cangkang buah nyamplung menghasilkan kadartotal fenol yang lebih besardaripada dengan pelarut etanol, dan semakin tinggi nisbah bahan terhadap pelarut semakin tinggi pula kadar total fenol resin. Perbedaan kadar total fenolini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan polaritas antara etanol dan metanol dimana etanol mempunyai polaritas lebih tinggi daripada metanol. Etanol mempunyai indeks polaritas sebesar 5,2, sedangkan indeks polaritas metanol sebesar 5,1 (Burke, 1984). Berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya (Chew *et al.*, 2011; Madani dan Mokrani, 2016; Zlotek *et al.*, 2016), senyawa-senyawa fenolik lebih banyak terekstraksi oleh pelarut dengan polaritas lebih rendah seperti aseton dan metanol dibandingkan etanol dan air. Fenomena ini berbanding terbalik dengan senyawa-senyawa asam yang lebih banyak terekstraksi oleh pelarut dengan kepolaran lebih tinggi seperti etanol dibandingkan metanol. Kadar total fenol resin yang diperoleh dari riset ini (33-72 mg ekuivalen asam galat/kg) jauh lebih rendah daripada yang diperoleh dari biji nyamplung (40000-60000 mg ekuivalen asam galat/kg) (Kartika *et al.*, 2018). Hal ini menunjukkan kandungan senyawa-senyawa fenolik dalam biji nyamplung lebih tinggi daripada dalam cangkang buah nyamplung. Selain itu, penggunaan pelarut biner (campuran polar dan non polar) pada ekstraksi biji nyamplung memungkinkan senyawa-senyawa fenolik lebih banyak terekstraksi dibandingkan

menggunakan pelarut polar saja karena polaritas pelarut biner lebih rendah daripada pelarut polar.

Berdasarkan hasil terbaik dari rendemen dan kadar total fenol resin, pada penelitian ini dipilih 2 perlakuan terbaik, yaitu A2B3C2 (nisbah cangkang terhadap pelarut 1:8, suhu 50°C, tipe pelarut metanol) yang menghasilkan rendemen resin tertinggi dan A2B1C2 (nisbah cangkang terhadap pelarut 1:8, suhu 30°C, tipe pelarut metanol) yang menghasilkan kadar total fenol resin tertinggi, untuk dianalisis lebih lanjut kandungan senyawa-senyawa fitokimia (flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, quinon, steroid, triterpenoid) dan bilangan iodnya. Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa resin yang dihasilkan dari kedua perlakuan ini hanya positif mengandung saponin. Saponin merupakan glikosida sterol dan triterpen (Harborne, 1987). Saponin memiliki sifat seperti sabun dan kemampuan menghemolisis darah. Selain itu, saponin memiliki beberapa kemampuan lainnya seperti *cytotoxicity*, *antiinflammatory*, antimikroba, antioksidan, *phytotoxicity* dan *molluscida activity* (Sidana *et al.*, 2016). Saponin juga memiliki aktifitas penghambatan tumor dan menurunkan kolesterol (Susanto *et al.*, 2017). Kandungan saponin dengan kemampuannya yang besar dalam resin yang diekstraksi dari cangkang buah nyamplung memungkinkan pemanfaatannya untuk keperluan non pangan, seperti produk-produk kosmetika dan farmasi (Ashgari *et al.*, 2011; Dai dan Mumper, 2010; Athari dan Nasir, 2004).

Atas dasar Tabel 4, resin yang dihasilkan dari kedua perlakuan ini memiliki bilangan iod yang sama. Hal ini menunjukkan kandungan senyawa-senyawa yang memiliki ikatan rangkap pada resin yang dihasilkan dari kedua perlakuan ini relatif sama. Menurut Harborne (1996), ikatan rangkap yang terukur dalam bilangan iod dapat berasal dari asam-asam organik, asam-asam lemak dan senyawa-senyawa lainnya.

Tabel 4. Karakteristik resin hasil ekstraksi dari cangkang buah nyamplung dengan dua perlakuan terbaik

Parameter	Perlakuan nisbah bahan terhadap pelarut 1:8, suhu 50°C, tipe pelarut metanol	Perlakuan nisbah bahan terhadap pelarut 1:8, suhu 30°C, tipe pelarut metanol
Rendemen(%)	7,69±0,62	4,11±0,11
Kadar total fenol (mg ekuivalen asam galat/kg)	33,09±1,09	71,23±3,08
Bilangan iod (g iodin/100 g)	56,33±0,10	56,33±0,10
Bilangan asam (mg KOH/g)	123,42±0,04	123,42±0,02
Flavonoid	(-) negatif	(-) negatif
Alkaloid	(-) negatif	(-) negatif
Tanin	(-) negatif	(-) negatif
Saponin	(+) positif	(+) positif
Quinon	(-) negatif	(-) negatif
Steroid	(-) negatif	(-) negatif
Triterpenoid	(-) negatif	(-) negatif

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengaruh nisbah cangkang terhadap pelarut dan suhu sangat signifikan pada rendemen dan karakteristik resin yang diekstraksi dari cangkang buah nyamplung, sedangkan jenis pelarut hanya berpengaruh signifikan pada karakteristik resin. Nisbah cangkang terhadap pelarut 1:8 dan suhu 50°C dengan metanol sebagai pelarut menghasilkan rendemen resin terbaik (7,69% atau 75,32% basis massa resin potensial yang dikandung bahan). Pada kondisi proses optimal resin yang didapatkan memiliki kadar total fenol 33,09 mg ekuivalen asam galat/kg, bilangan iod 56,33 g iodin/100 g, bilangan asam 123,42 mg KOH/g, dan resin positif mengandung saponin. Dengan demikian cangkang buah nyamplung pemanfaatannya sangat prospektif sebagai penghasil resin alami.

Saran

Untuk meningkatkan rendemen resin, nisbah cangkang terhadap pelarut perlu ditingkatkan nilainya. Selain itu resin yang dihasilkan perlu dikarakterisasi lebih lanjut, khususnya kemampuannya sebagai antimikroba dan antioksidan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada KEMENRISTEKDIKTI khususnya Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan untuk dukungan dana (Penelitian Kompetitif Nasional, Skema Penelitian Terapan dengan nomor kontrak 4297/IT3.L1/PN/2019) dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abu-Arabi MK, Allawzi MA, Al-Zoubi HS, Tamimi A. 2000. Extraction of jojoba oil by

pressing and leaching. *Chemical Engineering Journal* 76:61-65.

Agbor G, Vinson J, Donnelly PE. 2014. Folin-Ciocalteu reagent for polyphenolic assay. *International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics* 3(8): 147-156.

Almu M, Syahrul, Padang YA. 2014. Analisa nilai kalor dan laju pembakaran pada briket campuran biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) dan abu sekam. *Dinamika Teknik Mesin* 4(2):117-122.

Amalia Kartika I, Cerny M, Vandenbossche V, Rigal L, Sablayrolles C, Vialle C, Suparno O, Ariono D, Evon Ph. 2018. Direct *Calophyllum* oil extraction and resin separation with a binary solvent of *n*-hexane and methanol mixture. *Fuel*. 221:159-164.

Ando Y dan Wiyono B. 1988. Sifat-sifat kopal manila dari Pekalongan Timur dan Banyumas Barat. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 5(6):353-356.

Ashgari J, Ondruschka B, Mazaheritehrani M. 2011. Extraction of bioactive chemical compounds from the medicinal asian plants by microwave irradiation. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(4):495-506.

Assagaf M, Hastuti P, Hidayat C, Supriyadi. 2012. Optimasi ekstraksi oleoresin pala (*Myristica fragrans* Houtt) asal Maluku Utara menggunakan *response surface methodology* (RSM). *Agritech* 32(1):383-390.

Atabani AE dan César AS. 2014. *Calophyllum inophyllum* L.-A prospective non-edible biodiesel feedstock. Study of biodiesel production, properties, fatty acid composition, blending and engine performance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 37:644-655.

Athari M dan Nasir SM. 2004. Taxonomic perspective of plant species yielding vegetable oils used in cosmetics and skin

- care product. *Africal Journal of Biotechnology* 4(1):36-44.
- Burke J. 1984. *Solubility Parameters: Theory and Application*. The American Institute for Conservation.
- Bustomi S, Rostiwati R, Sudrajat R, Kosasih S, Anggraini I, Leksono B, et al. 2008. *Nyamplung (Calophyllum inophyllum L) Sumber Energi Biofuel Yang Potensial*. Bogor (ID): Badan Litbang Kehutanan.
- Chew KK, Khoo MZ, Ng SY, Thoo YY, Wan Aida WM, Ho CW. 2011. Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Orthosiphon stamineus* extracts. *International Food Research Journal*. 18(4):1427-1435.
- Dai J dan Mumper RJ. 2010. Plant phenolic: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules* 15(10):7313-7352.
- Dweck AC dan Meadows T. 2002. Tamanu (*Calophyllum inophyllum*)-The African, Asian, Polynesian and Pacific Panacea. *International Journal of Cosmetic Science* 24:1-8.
- Evon P, Vandenbossche V, Pontalier PY, Rigal L. 2007. Direct extraction of oil from sunflower seeds by twin-screw extruder according to an aqueous extraction process: Feasibility study and influence of operating conditions. *Industrial Crops and Products* 26:351-359.
- Fadhullullah M, Widiyanto SNB, Elvi Restiawaty E. 2015. The potential of nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) seed oil as biodiesel feedstock: Effect of seed moisture content and particle size on oil yield. *Energy Procedia* 68:177-185.
- Faizal M, Saputra M, Zainal FA. 2015. Pembuatan briket bioarang dari campuran batubara dan biomassa sekam padi dan enceng gondok. *Jurnal Teknik Kimia* 4(21):27-38.
- Frial-McBride. 2016. Extraction of resin from *Capsicum annum* var. longum (*Siling haba*) for the study of their potential antimicrobial activities. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 8 (3):117-127.
- Geankoplis CJ. 1993. *Transport Processes and Unit Operations*. London: Prentice-Hall International, Inc.
- Harborne JB. 1996. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Cetakan Kedua. Terjemahan. Padmawinata K dan Soediro I. Bandung: Penerbit ITB.
- Jain M, Chandrakant U, Orsat V, Raghavan V. 2018. A review on assessment of biodiesel production methodologies from *Calophyllum inophyllum* seed oil. *Industrial Crops and Products* 114:28-44.
- Kartika IA, Sari DDK, Pahan AF, Suparno O, Ariono D. 2017. Ekstraksi minyak dan resin nyamplung dengan campuran pelarut heksan-etanol. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 27(2):161-71.
- Leksono B, Hendrati RL, Windyarini E, Hasnah T. 2014. Variation of biofuel potential of 12 *Calophyllum inophyllum* populations in Indonesia. *Indonesian Journal of Forestry Research* 1(2):127-138.
- Lin KI dan Chen YT. 2007. Effect of heating temperature on the total phenolic compound, antioxidative ability and the stability of dioscorin of various yam cultivars. *Food Chemistry* 101:955-963.
- Liu W, Liu Y, Chen Z, Chiou W, Tsai Y, Chen C. 2015. Calophyllolide content in *Calophyllum inophyllum* at different stage of maturity and its osteogenic activity. *Molecules* 20(7):12314-12327.
- Margaretta S, Handayani SD, Indraswati N, Hindarso H. 2011. Ekstraksi senyawa fenolik *Pandanus amaryllifolius* Roxb sebagai antioksidan alami. *Widya Teknik* 10(1):21-30.
- Madani K dan Mokrani A. 2016. Effect of solvent, time, temperature on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity of peach (*Prunus persica* L.) fruit. *Separation and Purification Technology* 162:68-76.
- Montgomery DC. 2001. *Design and Analysis of Experimental 5th Edition*. New York: John Wiley and Son.
- Prabakaran K dan Britto SJ. 2012. Biology, agroforestry and medicinal value of *Calophyllum inophyllum* L. (clusiacea): A review. *International Journal of Natural Product Research* 1(2):24-33.
- Senthil R dan Mohan K. 2015. Comparison of yield and fuel properties of thermal and catalytic *Calophyllum inophyllum* seed sheel pyrolytic oil. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences* 9:119-126.
- Sidana J, Singh B, Sharma OMP. 2016. Saponin of agave: Chemistry and bioactivity. *Phytochemistry*. 130:22-46.
- Spigno G, Tramelli L, Faveri DMD. 2007. Effects of extraction time temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. *Journal of Food Engineering* 81:200-208.
- Susanto DF, Apamarta HW, Widjaja A, Gunawan S. 2017. Identification of phytochemical compounds in *Calophyllum inophyllum* leaves. *Asian Pacific Journal Tropical Biomedicine* 7(9):773-781.

- Swern D (Ed). 1982. Bailey's Industrial Oil and Fat Products 4th Edition. New York: John Wiley and Sons.
- Tagora BPS, Sirait R, Iriany. 2012. Penentuan kondisi keseimbangan unit *leaching* pada produksi eugenol dari daun cengkeh. *Jurnal Teknik Kimia USU* 1(1):10-14.
- Tempesta MS. 1993. Proanthocyanidin polymers having anti viral activity and method of obtaining same. US Patent. US005211944A.
- Wibowo S, Syafii W, Pari G. 2010. Karakteristik arang aktif tempurung biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum*). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 28(1):43-54.
- Yulviyanti M, Sari RM, Amaliah ER. 2014. Pengaruh perbandingan campuran pelarut n-heksan-etanol terhadap kandungan sitronelal hasil ekstraksi sereh wangi (*Cymbopogon nardus*). *Jurnal Integrasi Proses* 5(1):8-14.
- Zlotek U, Mikulska S, Nagajek M, Swieca M. 2016. The effect of different solvents and number of extraction steps on the polyphenol content and antioxidant capacity of basil leave (*Ocimum basilicum* L.) extracts. *Saudi Journal of Biological Science*. 23:628-633.