

KOMPONEN KIMIA DAN BIOAKTIF AKAR BAHAR GORGONIAN (Genus *Rumphella* dan *Hicksonella*) DARI PULAU RAIJUA- NUSA TENGGARA TIMUR

Chemical Components and Bioactive of Gorgonian Sea Plumes (Genus Rumphella and Hicksonella) from Raijua Islands-East Nusa Tenggara

Yunialdi Hapynes Teffu^{1*}, Ruddy Suwandi², Nurjanah³

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Kristen Artha Wacana Kupang- NTT

^{2,3}Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Institut Pertanian Bogor, Jalan Lingkar Akademik, Kampus IPB, Bogor 16680
Telepon 0251-8622915; Faks. 0251-8622916

*Korespondensi: naldihapynes@gmail.com

Diterima 19 Januari 2015/Disetujui 15 April 2015

Abstrak

Akar bahar telah lama dikenal oleh masyarakat dan dimanfaatkan sebagai perhiasan dan obat rematik. Penelitian ini bertujuan untuk identifikasi genus akar bahar, metabolit primer, logam berat dan metabolit sekunder yang bermanfaat sebagai bahan obat dalam bidang farmasi. Analisis logam berat menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometer*, kandungan radium menggunakan spektrometer gamma, ekstraksi bertingkat dengan metode maserasi selama 24 jam dan uji fitokimia kualitatif berdasarkan warna. Akar bahar teridentifikasi sebagai *Rumphella* sp dan *Hicksonella* sp mengandung komponen protein yang tertinggi, kandungan logam berat Hg, As, Cu, dan Cd berada dalam kisaran maksimum sedangkan logam berat Pb melebihi standar yang ditetapkan BSN dan BPOM. Akar bahar mengandung radium 0,65 Bq/kg-0,79 Bq/kg, rendemen terbanyak adalah ekstrak metanol dan mengandung metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, fenol hidrokuinon, steroid, triterpenoid, dan saponin.

Kata kunci: Fitokimia, *Hicksonella*, Radium, *Rumphella*, Sklerit

Abstract

Sea plumes is mostly used by people as jewellery and arthritis drug. The aim of this research was to characterize the chemicals and the bioactive compounds of the sea plumes for pharmaceutical ingredients. Characterization of sea plumes was carried out sclerit form identification, proximate analysis, heavy metal analysis using *Atomic Absorption Spectrofotometer*, radium content using gamma spectrometer, extraction by maceration method for 24 hour and phytochemicals quality testing based on color appearance. The sea plumes was identified as *Rumphella* and *Hicksonella* contains the highest protein components. Heavy metal Pb exceed the standar set to National Standar of Indonesia (SNI) and Medicines and Foods Security Agency. Akar bahar containing radium 0.65-0.79 Becquerel/kilogram, highest yield using methanol and containing secondary metabolite which targeted as bioactive compounds alkaloids, flavonoids, phenols hydroquinone, steroids, triterpenoids and saponins.

Keywords : *Hicksonella*, secondary metabolite, radium, *Rumphella*, sklerit

PENDAHULUAN

Perairan laut di Nusa tenggara Timur kaya akan berbagai jenis gorgonian. Salah satu organisme laut yang penting dan perlu mendapat perhatian yaitu akar bahar, karena

keberadaannya melimpah hampir di seluruh perairan Nusa Tenggara Timur. Penelitian oleh Tuti (2014) pada perairan Maumere Kabupaten Sikka Nusa Tenggara Timur melaporkan keberadaan akar bahar gorgonian

yang ditemukan sebanyak 16 marga (*genus*) gorgonian dari 8 suku (*family*) yang diamati pada 14 stasiun pengamatan. Gorgonian dari marga *Isis* atau dikenal sebagai “patah tulang” atau “bambu laut” merupakan marga yang paling banyak dijumpai dan mendominasi perairan Maumere.

Keberadaan gorgonian akar bahar yang melimpah di perairan Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu potensi yang perlu dikaji dan diteliti. Penelitian ini difokuskan pada gorgonian akar bahar yang banyak digunakan oleh masyarakat pulau Sabu-Raijua sebagai gelang dan obat tradisional. Masyarakat di Pulau Sabu-Raijua Nusa Tenggara Timur, menggunakan akar bahar sebagai obat, dengan cara akar bahar yang telah dikeringkan digerus untuk diambil serbuknya lalu diseduh dengan air panas dan diminum sebagai obat nyeri pada sendi. Isu yang berkembang di masyarakat perlu pembuktian secara ilmiah bahwa akar bahar mengandung radium alami yang dipercaya sebagai zat yang dapat berfungsi untuk menghilangkan rasa nyeri sendi pada tulang.

Penelitian terhadap marga gorgonian akar bahar yang dilaporkan menunjukkan potensi aktivitas biologis yang menjanjikan. Penelitian pada Gorgonian *Rumphella antipathies*, *Carijoa* sp. menunjukkan sifat potensial biologis sebagai antibakteri; sitotoksitas sedang terhadap sel-T manusia leukemia limfoblastik akut (Sung *et al.* 20071; Sung *et al.* 20072; Sung *et al.* 2010; Díaz-Marrero *et al.* 2011), sebagai antiprotozoa (Reimão *et al.* 2008). *Octocoral Dendronephthya griffin* dan *Soft Coral Scleronephthya gracillimum* berfungsi sebagai anti-inflamasi (Chao *et al.* 2008; Fang *et al.* 2011). *Gorgonian Rumphella antipathies* menunjukkan penghambatan turunan anion superoksida dan pelepasan elastase oleh neutrofil manusia (Chung *et al.* 2013; Chung *et al.* 2014).

Pengetahuan masyarakat tentang khasiat akar bahar sebagai obat didasarkan pada pengetahuan empiris. Penelitian ilmiah di laboratorium dilakukan untuk membuktikan

adanya komponen metabolit primer dan komponen metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya serta manfaat lain dari senyawa tersebut dalam pengembangannya sebagai bahan obat di bidang farmasi yang bermanfaat bagi manusia. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi akar bahar yang digunakan oleh masyarakat, komponen metabolit primer dan metabolit sekunder.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama dalam penelitian adalah akar bahar berasal dari perairan di sekitar Pulau Raijua, Nusa Tenggara Timur. Bahan kimia yang digunakan antara lain alkohol 70% (Brataco), etanol 70%, (Brataco), pelarut n-heksan p.a (Merck KGaA), etil asetat p.a (Merck KGaA), metanol p.a. (Merck KGaA), kloroform (Merck KGaA).

Alat yang digunakan yaitu pH meter, salinometer, *flow/current* meter, sechi disk, *Global Positioning System* (GPS Garmin etrex), *coolbox*, mikroskop binokuler Olympus (U-RFLT 50), *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AA700-Shimadzu), MVU-1A (Mercury Vaporizer Unit-Shimadzu), HVG-1(Shimadzu), Spektrometer Gamma (DETEKTR HPGe ORTEG GMX-25P4), *orbital shaker* (wishesake SHO-1D), *rotary evaporator* (Heidolph VV 2000).

Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahap meliputi pengambilan sampel dan preparasi, identifikasi sampel, analisis proksimat, pengujian logam berat, pengujian kandungan radium, ekstraksi dan uji fitokimia.

Akar bahar diambil dari perairan dengan metode penyelaman berkisar 5 sampai 10 meter di bawah permukaan laut oleh nelayan setempat pada bulan Maret 2014. Sampel dicuci dengan air laut, kemudian dijemur dibawah sinar matahari hingga kering (selama enam hari). Sampel kering dimasukkan dalam kemasan plastik polietilen, dibawa ke

laboratorium, dan disimpan dalam wadah yang tertutup untuk selanjutnya dilakukan tahapan karakterisasi, ekstraksi dan uji fitokimia. Sampel basah untuk keperluan identifikasi direndam dalam alkohol 70%.

Identifikasi Sampel Gorgonian (Akar Bahar)

Langka-langkah yang dilakukan untuk mengidentifikasi sampel gorgonian menurut Tuti (2014). Sampel kira-kira lima belas cm diawetkan dalam alkohol 70%. Identifikasi dilakukan dengan mengamati bentuk koloni, bentuk morfologi jarum sklerit yang terletak di badan maupun di tentakelnya. Ujung sampel dipotong satu cm, jaringan dihilangkan dengan setetes pemutih, lalu sklerit dicuci dengan air bersih. Untuk memisahkan aksis tengah koloni dan kumpulan sklerit yang berupa tepung. Sklerit yang sudah bersih dilihat bentuk morfologinya dengan mikroskop binokuler Olympus (U-RFLT 50) pembesaran kuat. Hasil foto sklerit yang ditemukan dibandingkan dengan referensi yang ada untuk menentukan bentuk polip, *surface* dan *subsurface* menggunakan buku identifikasi Fabricius dan Alderslade (2001).

Analisis Kandungan Metabolit Primer dan Logam Berat

Pengujian proksimat terhadap akar bahar kering meliputi uji kadar air, lemak, abu, karbohidrat, abu tak larut asam (AOAC 2005); dan abu larut asam (*by difference*). Analisis logam berat Hg, Cd, Pb, As dan Cu menggunakan metode AOAC (2002).

Uji Kandungan Radium (Badan Tenaga Nuklir Nasional 1998)

Akar bahar dibersihkan dari pengotornya, ditentukan beratnya (200 gram sampai 500 gram). lalu dikeringkan pada suhu 105°C. Sampel yang telah kering dimasukkan dalam tanur dengan suhu 500°C sampai menjadi abu. Sampel kemudian dimasukan ke dalam

wadah (vial 250 mL) hingga penuh. Sampel ditutup rapat dan didiamkan selama empat puluh hari pada suhu ruang sebelum diukur dengan spektrometer gamma.

Ekstraksi

Ekstraksi dilakukan secara bertingkat berdasarkan Wikanta *et al.* (2005) menggunakan metode maserasi. Akar bahar kering dipisahkan antara kulit dan aksial lalu dihaluskan. Sampel ditimbang sebanyak 50 gram kulit dan aksial akar bahar dan ditambahkan masing-masing pelarut n-heksana p.a sebanyak 300 mL. Campuran dikocok menggunakan *shaker* selama 24 jam kemudian disaring menggunakan kertas Whatman 42. Filtrat pertama disimpan dalam lemari pendingin. Ekstraksi dilakukan sampai larutan menjadi jernih. Hasil penyaringan (filtrat) masing-masing bagian akar bahar ditampung dan digabung kemudian dievaporasi menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 40°C sampai pekat. Ekstrak pekat kemudian dipindahkan ke dalam botol vial. Proses ekstraksi terhadap residu hasil ekstraksi n-heksana diulang menggunakan pelarut etil asetat p.a dan metanol p.a. Hasil ekstrak kasar ditimbang untuk mengetahui rendemen berdasarkan jenis pelarut menggunakan rumus :

$$\text{Rendemen (b/b)} = \frac{\text{Berat ekstrak kering (g)}}{\text{Berat sampel awal (g)}} \times 100\%$$

Uji Kualitatif Fitokimia (Harborne 1987)

Pengujian fitokimia secara kualitatif merupakan tahapan awal dalam mengidentifikasi kandungan kimia yang terdapat dalam simplisia dan ekstrak kasar akar bahar. Tujuan dilakukan pengujian kualitatif fitokimia untuk menentukan komponen senyawa kimia dan bioaktif akar bahar, serta memberikan informasi tambahan mengenai keberadaan suatu senyawa tertentu dalam kelompok senyawa yang sedang diperiksa dengan uji warna. Uji kualitatif fitokimia terdiri dari uji alkaloid, flavanoid, steroid/triterpenoid, saponin, fenol hidrokuinon dan tanin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Jenis Akar Bahar

Hasil identifikasi berdasarkan pengamatan polip dengan mikroskop ditemukan bentuk sklerit berupa tonjolan-tonjolan menyerupai gada dan *spindle*. Hasil tersebut dibandingkan dengan bentuk polip pada buku identifikasi *soft coral and sea fans* menurut Fabricius dan Alderslade (2001). Hasil pengamatan terhadap bentuk sklerit dan wujud jenis akar bahar disajikan pada Gambar 1.

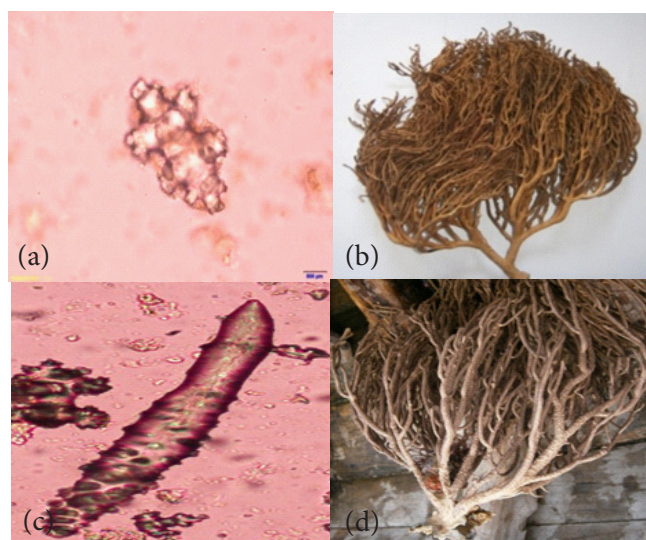
Berdasarkan bentuk sklerit tersebut klasifikasi/determinasi akar bahar berdasarkan hasil penelitian bersama dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), terdapat dua genus akar bahar dengan rincian sebabai berikut:

Dunia : Hewan
 Filum : Cnidaria
 Kelas : Anthozoa
 Subkelas : Octocorallia
 Ordo : Gorgonacea
 Famili : Gorgoniidae

1. Genus : *Rumphella*
 Spesies : *Rumphella* sp
2. Genus : *Hicksonella*
 Spesies : *Hicksonella* sp

Manuputty (2008) menyatakan bahwa pada beberapa jenis dari kelompok gorgonia, mengandung lapisan koenensim disusun oleh senyawa kapur dalam bentuk spikula yaitu partikel kapur dengan bentuk seperti jarum yang bentuknya berbeda antara masing-masing jenis. Bentuk karakteristik dari spikula ini dipakai sebagai salah satu panduan dalam proses identifikasi sampai ke tingkat jenis.

Bahan yang digunakan dalam pengujian metabolit primer, metabolit sekunder, logam berat, radium, ekstraksi dan fitokimia merupakan gabungan sampel akar bahar yang biasa digunakan oleh masyarakat pulau Raijua Nusa Tenggara Timur. Berdasarkan hasil identifikasi bahan yang digunakan adalah dua spesies yang berbeda. Fakta yang ada di lapangan pada saat pengambilan sampel oleh masyarakat yang biasa mengambil dan memanfaatkan akar bahar semua sampel yang diambil termasuk dalam akar bahar karena bentuk fisiknya sangat mirip dan sangat sukar untuk membedakan jenisnya di perairan. Berdasarkan hasil identifikasi di laboratorium yang dilakukan sampel yang diperoleh dan digunakan merupakan dua sampel yang berbeda jenis. Proses identifikasi yang berlangsung lama bersamaan juga dilakukan proses pengujian yang lain.



Gambar 1 Bentuk *sklerit* akar bahar (a) *sklerit Rumphella* sp.; (b) *Rumphella* sp.; (c) *sklerit Hicksonella* sp.; (d) *Hicksonella* sp.

Kandungan Metabolit Primer Akar Bahar

Hasil pengujian kandungan metabolit primer merupakan gabungan (campuran) dua sampel akar bahar genus *Rumphella* dan *Hicksonella*. Kandungan metabolit primer terhadap kulit dan aksial akar bahar dari kedua genus tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan kadar air pada kulit akar bahar sebesar 2,28% lebih kecil dibandingkan kadar air pada aksial akar bahar sebesar 6,53%. Kadar air pada kulit akar bahar yang relatif rendah diduga akibat saat pengeringan. Kulit akar bahar langsung kontak dengan sinar matahari sedangkan bagian aksial terlindungi oleh kulit yang membungkusnya, sehingga air yang diupkan terhalang oleh lapisan kulit. Akibatnya air pada kulit akar bahar yang merupakan polip (hewan karang) yang tubuhnya banyak mengandung air ikut menguap. Katno (2008) menyatakan pengeringan simplisia bertujuan untuk mencegah aktivitas enzim merusak kandungan kimia pada bahan. Bahan setelah di panen segera dikeringkan sehingga kadar airnya rendah (kurang dari 10%). Kadar air yang rendah ini mencegah bahan dari kerusakan oleh jamur dan mikroba pembusuk lainnya.

Persentase kandungan protein akar bahar termasuk dalam kategori kandungan protein yang cukup besar. Pada kulit akar

bahar kandungan protein sebesar 19,14% dan aksial akar bahar sebesar 22,23%. Tingginya kandungan protein pada aksial diduga dari hasil penimbunan sisa-sisa makanan selama proses metabolisme yang makin lama makin tebal dan keras. Aziz (1978) menyatakan sisa-sisa makanan akan disimpan di dalam vakuola oleh sel-sel mesoglea dan kelak akan ditimbun ke arah sumbu (axial) dari koloni. Lapisan sebelah dalam ini makin lama makin tebal karena aktivitas dari mesoglea. Zat-zat yang ditimbun oleh mesoglea berupa zat tanduk atau keratin. Manuputty (2008) menyebutkan bahwa kerangka dalam (aksial) terdiri dari gorgonian yang keras dan padat, sama dengan zat tanduk yang mengandung substansi kolagen dan senyawa protein.

Persentase kadar lemak untuk kulit akar bahar sebesar 3,11% dan presentase kadar lemak untuk aksial akar bahar sebesar 0,56%. Tingginya kandungan lemak yang terdapat pada kulit akar bahar diduga berasal dari tubuh hewan karang (polip) yang melakukan proses metabolisme. Lemak yang relatif tinggi dari bagian aksial diduga berperan sebagai pelindung dan sumber energi. Kandungan lemak yang relative rendah pada aksial diduga merupakan sisa hasil penimbunan metabolisme. Kandungan lemak yang terdapat pada akar bahar lebih kecil dari yang dilaporkan Goldberg (1978) pada tiga skeleton

Tabel 1 Kandungan metabolit primer gabungan sampel akar bahar (genus *Rumphella* dan *Hicksonella*)

Komposisi akar bahar	Gabungan bagian akar bahar (genus <i>Rumphella</i> dan <i>Hicksonella</i>)	
	Kulit (%)	Aksial (%)
Kadar air	2,28 ± 0,16	6,53 ± 0,08
Protein	19,14 ± 0,11	22,23 ± 0,14
Lemak	3,11 ± 0,01	0,56 ± 0,00
Karbohidrat	4,54 ± 1,13	5,42 ± 0,79
Kadar abu	14,06 ± 0,34	13,80 ± 0,52
Kadar abu larut asam	11,47 ± 0,03	12,50 ± 0,02
Kadar abu tak larut asam	2,58 ± 0,07	1,27 ± 0,02

Keterangan : sampel diulang 2 kali

gorgonian Muricea muricata, *Swiftia exserta*, *Gorgonia ventalina*, dan dua *Anthiparia* yaitu *Cirrhopathes lutkeni* dan *Antipathes rhipidion* kandungan lemak 0-8,4%.

Kandungan karbohidrat pada akar bahar relatif banyak jika dibandingkan dengan penelitian Goldberg (1978) menyebutkan bahwa kandungan karbohidrat sebesar 1,24-3,94% pada tiga skeleton *gorgonian Muricea muricata*, *Swiftia exserta*, *Gorgonia ventalina*, dan dua *Anthiparia* yaitu *Cirrhopathes lutkeni* dan *Antipathes rhipidion*. Kandungan karbohidrat yang relatif sama antara kulit dan aksial akar bahar diduga berasal dari hubungan simbiosis antara polip dan alga uniseluler zooxanthela yang menyediakan makanan bagi polip karena dapat melakukan proses fotosintesa. Winarno (2008) menyatakan bahwa karbohidrat yang terhitung ini diduga berupa glikogen dan serat kasar, hal ini dikarenakan karbohidrat yang terdapat pada hewan umumnya berbentuk glikogen

Kadar abu pada akar bahar tergolong besar antara kulit dan aksialnya 135-14%. sedangkan prosentase abu larut asam mencapai 12,50%. Kadar abu larut asam pada bagian kulit dan aksial yang relatif sama diduga berasal dari pasir dan partikel-partikel tempat akar bahar hidup berupa komponen garam dan mineral-mineral, terbawa arus, diserap dan terakumulasi dalam tubuh akar bahar. Bai *et al.* (2011) melaporkan pada *black coral Antipathes* mengandung 13 komponen organik; dengan fosforus dan kalsium merupakan komponen organik yang paling besar. Konishi (1991) karang lunak (*Alcyonaria*) merupakan hewan pemasok terbesar senyawa karbonat yang berguna bagi pembentukan terumbu karang, hal ini terbukti sejak ditemukannya sejumlah besar spikula berkapur di dalam jaringan tubuhnya, yang tidak ditemukan pada hewan lain yang hidup di terumbu karang yang sama.

Kadar abu tak larut asam pada kulit akar bahar mencapai 2,58% tergolong tinggi, jika dibandingkan dengan bagian aksialnya.

Tingginya kadar abu tak larut asam pada kulit diduga berasal dari perairan tempat hidup akar bahar berupa silika, pasir, dan sedimen lainnya yang menempel pada karang. Kadar abu yang tak larut asam tersebut terakumulasi dalam tubuh akar bahar dan tidak dapat disekresikan pada saat proses metabolisme. Isnawati *et al.* (2006) menyatakan kadar abu total dan abu tidak larut asam hendaknya menghasilkan nilai rendah karena uji ini merupakan indikator adanya cemaran logam yang tidak mudah hilang pada suhu tinggi.

Pengujian kandungan metabolit primer terhadap akar bahar penting dilakukan sebagai data penelitian mengenai komposisi kimia yang terkandung dalam akar bahar. komposisi kimia tersebut berguna sebagai dasar pertimbangan pemilihan metode ekstraksi dan jenis pelarut untuk penelitian selanjutnya pada tahapan metabolit sekunder. Penelitian-penelitian sebelumnya tidak ada yang melaporkan data mengenai komposisi metabolit primer, lebih banyak melaporkan senyawa metabolit sekunder dan pengujian aktivitas biologi senyawa tersebut.

Logam Berat

Pengujian logam berat terhadap akar bahar bertujuan untuk memberikan jaminan bahwa bahan alami yang digunakan sebagai bahan obat atau ekstrak tidak mengandung logam berat tertentu. Hasil pengujian logam berat tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian logam berat merkuri, arsen, cadmium dan nikel pada kulit dan aksial akar bahar masih berada dalam batas standar kandungan logam berat yang dipersyaratkan dalam produk perikanan dan cemaran kimia dalam makanan (BSN 2009; BPOM 2009).

Merkuri merupakan salah satu logam berat yang berbahaya dan dapat terjadi secara alamiah di lingkungan sebagai hasil perombakan mineral di alam melalui proses cuaca/iklim dari angin dan air. Umumnya merkuri ditemukan di alam dalam bentuk merkuri metalik, merkuri sulfida, merkuri

Tabel 2 Hasil pengujian logam berat gabungan sampel akar bahar (genus *Rumphella* dan *Hicksonella*)

Parameter	Bagian akar bahar (genus <i>Rumphella</i> dan <i>Hicksonella</i>)		BSN (2009) (ppm)	BPOM (2009) (ppm)
	Kulit (ppm)	Aksial (ppm)		
Merkuri (Hg)	< 0,002	< 0,002	1,0	1,0
Arsen (As)	< 0,002	< 0,002	1,0	1,0
Kadmium (Cd)	0,41±0,12	0,15±0,04	1,0	1,0
Tembaga (Cu)	44,79±1,84	6,42±0,20	-	-
Timbal (Pb)	4,49±0,58	3,06±1,15	1,5	1,5

Keterangan : sampel diulang 2 kali

klorida dan metal merkuri (BSN 2009).

Arsenik diakui sebagai komponen esensial bagi sebagian hewan dan tumbuh-tumbuhan, namun demikian arsenik lebih populer dikenal sebagai raja racun dibandingkan kapasitasnya sebagai komponen esensial. Arsen anorganik seperti arsen pentaoksida memiliki sifat mudah larut dalam air, sedangkan arsen trioksida sukar larut di air, tetapi lebih mudah larut dalam lemak. Penyerapan melalui saluran pencernaan dipengaruhi oleh tingkat kelarutan dalam air, sehingga arsen pentaoksida lebih mudah diserap dibanding arsen trioksida (Widaningrum *et al.* 2007).

Kadar Cd pada akar bahar masih berada pada ambang batas dan standar yang ditetapkan. Kandungan Cd tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan kadar Cd yang dilaporkan Chan *et al.* (2012) dalam karang gorgonian *Subergorgia suberosa* pada kondisi terkontrol yang diambil dari perairan laut Taiwan bekas penambangan dengan kandungan Cd sebesar 12,72 mg/L, hal ini menunjukkan lingkungan yang berbeda kandungan logam berat juga berbeda.

Kadar Cd dalam akar bahar diduga berasal dari sedimen pada dasar perairan yang banyak mengandung Cd. Sedimen yang mengandung Cd terakumulasi dalam tubuh akar bahar dalam jangka waktu lama. Cd merupakan logam berat yang sangat berbahaya karena tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup dan dapat terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar

perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi (Rochyatun dan Rozak 2007; Ayeni *et al.* 2010).

Kandungan Cu berdasarkan Badan Standarisasi Nasional dan Badan Pengawasan Obat dan Makanan tidak memasukkan Cu sebagai salah satu syarat logam dalam produk perikanan maupun cemaran kimia dalam makanan. Hasil penelitian menunjukkan kandungan Cu lebih tinggi padahal sampel diambil dari perairan yang bukan bekas daerah penambangan dan jauh dari daerah industri. Berbeda dengan penelitian Chan *et al.* (2012) menyatakan bahwa pada karang gorgonian *Subergorgia suberosa* pada kondisi terkontrol yang diambil dari perairan laut Taiwan bekas penambangan kandungan Cu sebesar 13,67 mg/L yang lebih kecil kandungannya dari kulit akar bahar, tetapi kandungan Cu-nya lebih besar dari aksial akar bahar. Tingginya kandungan Cu dalam akar bahar diduga berasal dari pengikisan batuan alami yang mengandung mineral sangat tinggi dan aktivitas manusia di sekitar pesisir pantai. Rochyatun *et al.* (2006) menyatakan kemungkinan besar Cu yang dikandung di perairan berasal dari buangan sampah yang berasal dari kegiatan manusia di darat dan erosi batuan mineral yang terbawa arus pada saat hujan kemudian mengalir ke laut melalui sungai.

Logam Cu dalam akar bahar diduga dibutuhkan dalam proses metabolisme

karena logam Cu bersifat esensial, jika dibandingkan dengan logam yang lain. Hutagalung (1991) menyatakan bahwa karang lunak membutuhkan logam Cu yang ada di perairan untuk kebutuhan pertumbuhan dan perkembangan hidupnya sebagai kofaktor kerja enzim dalam metabolisme hewan karang.

Kadar Pb berdasarkan persyaratan yang ditetapkan oleh BSN (2009) dan BPOM (2009) telah melebihi batas keamanan yang ditetapkan. Kadar Pb dalam kulit atau polip ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar pb yang dilaporkan oleh Kadir *et al.* (2013) bahwa kadar Pb dalam polip karang lunak *Simularia polydactyla* dari perairan Pulau Laelae sebesar 0,029 ppm, Pulau Bonebatang 0,084 ppm dan Pulau Badi 0,072 ppm. Kadar Pb pada aksial (kolenkim) akar bahar lebih rendah dari kolenkim (rangka) karang lunak *Simularia polydactyla* di perairan Pulau Laelae sebesar 8,382 ppm. Dibandingkan dengan kadar Pb dalam akar bahar Pb dalam kolenkim karang lunak *Simularia polydactyla* masih lebih tinggi di Pulau Bonebatang dan Pulau Badi masing-masing sebesar 12,378 ppm dan 10,127 ppm.

Kadar Pb yang tergolong tinggi dalam akar bahar diduga berasal dari tumpahan bensin yang mengandung Pb tinggi yang digunakan oleh nelayan setempat sebagai bahan bakar untuk perahu motor nelayan dalam menangkap ikan dan sarana transportasi antar pulau. Rochyatun *et al.* (2006) menyatakan umumnya bahan bakar minyak mendapat zat tambahan *tetraethyl* yang mengandung Pb untuk meningkatkan mutu, sehingga limbah dari kapal-kapal tersebut dapat menyebabkan kadar Pb di perairan menjadi tinggi.

Tingginya Pb diduga berasal dari kejadian bocornya minyak mentah ke Laut Timor akibat meledak dan terbakarnya unit pengeboran West Atlas milik ladang minyak Montara. Tumpahan minyak tersebut terjadi pada Agustus 2009. Kehidupan nelayan dan petani rumput laut serta kelangsungan biota perairan di tempat pengambilan sampel

merasakan juga dampak yang ditimbulkan dari insiden tersebut karena tumpahan minyak sampai ke perairan pulau Raijua. Tumpahan minyak yang diduga mengandung Pb tersebut masuk dalam badan air dan mengendap di dasar perairan dan terakumulasi dalam tubuh biota laut termasuk akar bahar.

Timbal (Pb) merupakan logam yang sangat beracun dan secara alami ditemukan pada tanah. Timbal tidak berbau dan tidak berasa. Di dalam tubuh, timbal diperlakukan seperti halnya kalsium. Timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan dan makanan. Konsumsi timbal dalam jumlah banyak secara langsung menyebabkan kerusakan jaringan termasuk kerusakan jaringan mukosal (BSN 2009).

Radium

Pengujian radium perlu dilakukan untuk menjawab isu yang berkembang di masyarakat tentang kandungan radium dalam akar bahar yang digunakan oleh masyarakat pulau Raijua Nusa Tenggara Timur dalam hubungannya untuk mengobati sakit nyeri sendi. Radium yang diuji terdiri dari radium 226 (^{226}Ra) dan radium 228 (^{228}Ra). Hasil penelitian membuktikan akar bahar mengandung radium alami. Kandungan radium pada aksial akar bahar sebesar 0,79 Becquerel/kilogram untuk radium-226 dan radium-228 sebesar 0,65 Bq/kg. Kandungan radium-226 dan radium-228 pada kulit akar bahar tidak terdeteksi pada minimum konsentrasi 0,05 Bq/kg. Hasil ini menunjukkan kemampuan alat spektrometer gamma hanya bisa mendeteksi kandungan radium pada konsentrasi minimum 0,05 Bq/kg. Konsentrasi lebih kecil dari 0,05 Bq/kg; spektrometer gamma yang digunakan tidak mampu mendeteksi kandungan radium (BATAN 1998).

Keberadaan kandungan radium-226 dan radium-228 pada aksial akar bahar diduga berasal dari tanah, atau sedimen serta partikel-partikel seperti pasir, karang mati dan silika tempat hidup akar bahar. Sifat akar bahar yang tumbuh dan muncul dari dasar tanah

pada karang mati; selama proses metabolisme, terakumulasi di dalam tubuh akar bahar. Masyarakat Pulau Sabu-Raijua memanfaatkan aksial akar bahar yang berwarna hitam, dan sifatnya sangat keras sebagai obat. Warna hitam seperti arang dan sifat keras inilah yang diyakini mengandung radium alami. Mahur *et al.* (2008) menyatakan radium merupakan unsur logam radioaktif alam yang hadir dalam tanah, pasir, batu, air, tumbuhan dan hewan. Keberadaan radium dalam berbagai lingkungan dan biota perairan berbeda-beda tergantung pada kondisi alamnya.

Menurut Sutarman (2003), kadar radium pada biota perairan berbeda-beda. Kadar Radium-226 dalam biota laut relatif rendah. Kadar radium-226 dalam plankton (*fitoplankton* dan *zooplankton*) yang berasal dari lautan di bagian dunia berkisar dari 0,08 sampai 66,6 Bq/kg basah, sedangkan kadar radium-266 dalam alga dan moluska umumnya relatif rendah, yaitu 0,011 - 4,44 Bq/kg untuk alga dan 0,08 - 0,89 Bq/kg untuk moluska. Kadar radium-266 dalam ikan umumnya lebih tinggi dibandingkan kadar radium-266 dalam alga dan moluska. Kadar radium-266 dalam ikan berkisar dari 0,02 sampai 5,15 Bq/kg. Biasanya kadar radium-266 dalam tulang ikan lebih tinggi dibandingkan dengan yang ada di bagian tubuh ikan lainnya, karena radium mempunyai sifat seperti kalsium, yaitu mudah terakumulasi dalam tulang.

Penjelasan ilmiah tentang kandungan radium yang dapat memancarkan sinar gamma pada akar bahar sebagai obat rematik masih menjadi perdebatan di bidang kodokteran sebagai radioterapi dan

kemoterapi. Belum adanya bukti ilmiah yang menyatakan hubungan tersebut. Menurut Tjokronagoro (2004) bahwa banyak obat-obat kemoterapi berasal dari daun, batang, dan akar dari pohon-pohon tertentu di alam sekitar kita. Misalnya obat Vincristine, suatu obat kemoterapi yang aktif pada saat sel membelah, berasal dari daun pohon *Vinca Rosea* atau pohon tapak doro. Obat paclitaxel (Taxol) berasal dari daun pohon taxane (*Folia taxane*) yang tumbuh di Amerika Utara.

Ekstraksi Akar Bahar (Genus *Rumphella* dan *Hicksonella*)

Ekstraksi dalam penelitian ini menggunakan metode maserasi. Ekstraksi dilakukan secara bertingkat menggunakan pelarut yang memiliki tingkat kepolaran yang berbeda yaitu n-heksana (nonpolar), etil asetat (semipolar) dan metanol (polar). Hasil ekstraksi kulit akar bahar dan aksial pada Tabel 3 menunjukkan ekstraksi dengan menggunakan pelarut yang berbeda menghasilkan rendemen yang berbeda juga. Rendemen terbanyak diperoleh dari ekstrak metanol, n-heksana dan etil asetat.

Rendemen ekstrak metanol yang banyak diduga dalam akar bahar terdapat senyawa-senyawa yang sifatnya lebih larut dalam pelarut polar dan sebagian komponen yang bersifat non polar dibandingkan dengan pelarut etil asetat dan n-heksana yang bersifat semi polar dan non polar. Astarina *et al.* (2013) menyatakan metanol merupakan pelarut universal yang memiliki gugus polar (-OH) dan gugus nonpolar (-CH₃) sehingga dapat menarik analit-analit yang bersifat polar dan nonpolar.

Tabel 3 Rendemen ekstrak kulit dan aksial gabungan sampel akar bahar (genus *Rumphella* dan *Hicksonella*)

Jenis pelarut	Rendemen (%)	
	Kulit akar bahar	Aksial akar bahar
n-Heksana	0,58	0,57
Etil asetat	0,15	0,74
Metanol	6,99	3,44

Rendemen pada n-heksana dan etil asetat yang tertarik pada proses ekstraksi relatif sedikit diduga komponen yang memiliki kelarutan sesuai pelarut yang digunakan juga relatif sedikit pada bahan. Etil asetat merupakan pelarut semipolar dengan indeks polaritas 4,4) sehingga berbagai senyawa baik polar maupun nonpolar dapat tertarik ke dalam pelarut; berdasarkan penggolongan pelarut n-Heksana dan etil asetat memiliki sifat non polar (Snyder *et al.* 1997; Artini *et al.* 2013; Susanti *et al.* 2012).

Komponen Metabolit Sekunder Ekstrak Kasar Akar Bahar (Genus *Rumphella* dan *Hicksonella*)

Skrining fitokimia dilakukan untuk memberikan gambaran awal mengenai kandungan golongan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam simplisia maupun ekstrak. Kandungan metabolit sekunder simplisia dan ekstrak akar bahar disajikan pada Tabel 4.

Komponen metabolit sekunder yang dihasilkan berbeda-beda antara pelarut maupun pada kulit dan aksial akar bahar.

Ekstrak metanol yang bersifat polar terdeteksi memiliki komponen metabolit sekunder yang lebih banyak dan bervariasi dibandingkan dengan pelarut etil asetat dan n-heksana. Harborne (1987) menyatakan pelarut yang bersifat polar, mampu mengekstrak senyawa alkaloid kuartener, komponen fenolik, karotenoid, tanin, gula, asam amino, dan glikosida.

Komponen metabolit sekunder yang terdeteksi pada pelarut etil asetat seperti flavanoid, triterpenoid, steroid, dan saponin kecenderungan terdeteksinya sama pada pelarut n-heksana dibandingkan pelarut metanol. Hasil penelitian ini berbeda dengan Chen *et al.* (2013) yang melaporkan metabolit sekunder hasil ekstraksi menggunakan etil asetat dari karang lunak *Sinularia arborea* berupa diterpenoid dan steroid. Metabolit sekunder yang terdeteksi pada ekstrak n-heksana pada kulit maupun aksial akar bahar tergolong dalam senyawa yang bersifat non polar sama seperti sifat pelarut yang digunakan. N-heksana adalah hidrokarbon alkana rantai lurus yang memiliki 6 atom karbon dengan rumus molekul C_6H_{14} . Isomer

Tabel 4 Hasil uji fitokimia simplisia dan ekstrak kasar gabungan sampel akar bahar (genus *Rumphella* dan *Hicksonella*)

Komponen bioaktif	Simplisia akar bahar			Jenis ekstrak				
			Metanol	Kulit		Aksial		
	Kulit	Aksial		Etil asetat	n-Heksana	Metanol	Etil asetat	n-Heksana
Alkaloid								
- Mayer	-	-	+	-	-	+	-	+
- Dragendorff	-	-	+	-	-	+	-	+
- Wagner	-	-	+	-	-	+	-	+
Flavonoid	+	+	-	+	+	-	+	+
Fenol hidrokuinon	-	-	+	-	+	+	-	+
Steroid	+	+	+	+	+	+	+	+
Triterpenoid	-	-	-	+	+	+	+	+
Tanin	+	-	-	-	-	-	-	-
Saponin	+	+	+	+	+	+	-	+

Keterangan: (+) terdeteksi; (-) tidak terdeteksi

heksana tidak reaktif dan digunakan sebagai secara luas sebagai pelarut inert dalam reaksi organik karena heksana bersifat sangat tidak polar. Heksana digunakan di laboratorium untuk mengekstrak minyak dan lemak (Aziz *et al.* 2009).

Komponen metabolit sekunder antara kulit dan aksial akar bahar keberadaannya relatif sama. Komponen metabolit yang ada pada kulit akar bahar diduga berupa spikula yang terdapat pada lapisan koenzim sedangkan bagian aksial yang keras diduga sebagai hasil metabolisme yang ditimbun selama proses hidup. Tubuh akar bahar yang kaya akan unsur-unsur nutrisi yang penting seperti protein, lemak dan karbohidrat merupakan sumber makanan yang bernilai tinggi bagi predator. Kelangsungan hidup akar bahar menghasilkan senyawa metabolit yang berfungsi untuk melindungi diri dari serangan predator. Manuputty (2008) menyatakan senyawa aktif yang ada di dalam jaringan tubuh hewan oktokoral digunakan sebagai pertahanan, pembentukan dan pemekaran koloni secara cepat maupun dalam usaha memperebutkan lahan tempat hidup bagi perluasan koloni. Sifat lain dari kehidupan hewan ini yaitu sifat allelopatik yang dipakai sebagai strategi untuk merebut lahan dari karang baru.

Komponen metabolit sekunder alkaloid yang terdeteksi dari ekstrak metanol dan n-heksana berbeda dengan penelitian Gao *et al.* (2011) yang menemukan lima senyawa alkaloid zoanthoxanthin (1-5) diisolasi dari gorgonian *Echinogorgia pseudossapo* menggunakan pelarut etanol dan klorometanol. Penelitian tersebut sesuai dengan Sun *et al.* (2014) menyatakan bahwa dengan pelarut yang sama terdapat enam senyawa baru alkaloid tetraprenylated, diisolasi dari gorgonian *Echinogorgia pseudossapo*.

Metabolit sekunder flavonoid yang terdeteksi diduga berasal dari warna koloni pada akar bahar. Manuputty (2008) menyatakan warna koloni dipengaruhi oleh

kandungan pigmen dari alga uniseluler zooxanthela yang hidup bersimbiosis di dalam jaringan koenensimnya.

Metabolit sekunder fenol hidrokuinon terdeteksi pada ekstrak akar bahar menggunakan pelarut n-heksana dan pelarut methanol, hal ini menunjukkan senyawa fenol hidrokuinon larut dalam pelarut polar dan non polar jika dibandingkan dengan pelarut semi polar seperti etil asetat, berbeda dengan penelitian Cheng *et al.* (2011) pada *soft coral Simularia capillosa* mengandung *capilloquinol* yang diekstraksi menggunakan aseton.

Metabolit sekunder steroid terdeteksi di semua bahan baik simplisia maupun ekstrak akar bahar pada berbagai pelarut. Hasil ini berbeda dengan Zhao *et al.* (2013) yang melaporkan mengisolasi empat senyawa pregnane steroids dari gorgonian *Carijoa* sp. dengan menggunakan pelarut etanol. Hasil penelitian lainnya melaporkan senyawa metabolit sekunder steroid juga dihasilkan menggunakan pelarut aseton dari berbagai *soft coral* antara lain *Sarcophyton* sp. (Wang *et al.* 2013); *Nephthea chabrolii* (Wang *et al.* 2012; Wang *et al.* 2013)

Triterpenoid terdeteksi pada ekstrak etil asetat, n-heksana dan metanol pada kulit dan aksial ekstrak akar bahar. Penelitian Chung *et al.* (2013; 2014) menyatakan bahwa pada *Rumphella antipathies* dari campuran pelarut methanol dan diklorometan juga menemukan senyawa triterpenoid dari golongan seskuiterpenoid yaitu *rumphellclovanes* C-E dari dan 4,5-*seco-caryophyllane* yaitu *rumphellaones* B dan C. Colorado *et al.* (2013) juga melaporkan mengisolasi tiga senyawa baru triterpen glikosida dari sponge *Ectyoplasia ferox* menggunakan pelarut methanol dan diklorometana.

Saponin terdeteksi pada semua ekstrak akar bahar baik di kulit maupun pada aksialnya kecuali ekstrak aksial menggunakan pelarut etil asetat, hal ini menunjukkan secara keseluruhan ekstrak mengandung saponin. Van Dyck *et al.* (2010) melaporkan kandungan saponin banyak terdapat pada

teripang laut yang diekstraksi menggunakan pelarut etanol-air.

Shi *et al.* (2002) melaporkan berhasil mengisolasi metabolit sekunder tiga belas saponin baru yang memiliki pregnenederived aglikon menggunakan pelarut methanol-kloroform dari *gorgonian octocoral Euniceapinta*. Sangi *et al.* (2008) menyatakan saponin adalah senyawa aktif permukaan yang dapat menimbulkan busa jika dikocok dalam air, hal tersebut terjadi karena saponin memiliki gugus polar dan non polar yang akan membentuk misel. Misel terbentuk maka gugus polar akan menghadap ke luar dan gugus nonpolar menghadap ke dalam dan keadaan inilah yang tampak seperti busa.

KESIMPULAN

Akar bahar teridentifikasi sebagai *Rumphella* sp. dan *Hicksonella* sp. mengandung komponen protein yang tertinggi, kandungan logam berat Hg, As, Cu, dan Cd, dibawah batas maksimum sedangkan logam berat Pb melebihi standar yang ditetapkan BSN dan BPOM. Akar bahar mengandung radium 0,65 Bq/kg-0,79 Bq/kg; rendemen terbanyak menggunakan pelarut metanol dan ekstrak akar bahar mengandung metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, fenol hidrokuinon, steroid, triterpenoid, dan saponin.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist. Arlington: Virginia (USA): Published by The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2002. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist. Arlington: Virginia (USA): Published by The Association of Official Analytical Chemist, Inc
- Artini PEUD, Astuti KW, Warditiani NK. 2013. Uji Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Rimpang Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb). *Jurnal Farmasi Udayana* 2(4):6-12.
- Astarina, NWG, Astuti KW, Warditiani NK . 2013. Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Rimpang Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.). *Jurnal Farmasi Udayana* 2(4):26-31.
- Ayeni OO, Ndakidemi PA, Snyman RG, and Odendaal JP. 2010. Chemical, biological and physiological indicators of metal pollution in wetlands. Review. *Scientific Research and Essays* 5(15): 1938-1949.
- Aziz A. 1978. Mengenal kehidupan akar bahar. *Pewartana OSEANA* 4(5&6):24-29.
- Aziz T, Ratih CKN, Fresca A. 2009. Pengaruh pelarut heksana dan etanol, volume pelarut, dan waktu ekstraksi terhadap hasil ekstraksi minyak kopi. *Jurnal Teknik Kimia* 1(16):1-8.
- Bai X, Chen Y, Chen W, Lei H and Shi G. 2011. Volatile constituents, inorganic elements and primary screening of bioactivity of black coral cigarette holders. *Marine Drugs* 9(5):863-878.
- [BATAN] Badan Tenaga Nuklir Nasional. 1998. Prosedur Analisis Sampel Radioaktivitas Lingkungan. Badan tenaga Nuklir Nasional. Jakarta: Badan tenaga Nuklir Nasional.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2009. Penetapan Batas Maksimum Cemar Mikroba dan Kimia dalam Makanan. Peraturan Kepala BPOM RI Nomor HK.00.06.1.52.4011 Tahun 2009. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2009. Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Bahan Pangan. SNI 7387-2009. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Chan I, Tseng LC, Kâ S, Chang CF and Hwang JS. 2012. An experimental study of the response of the gorgonian coral *Subergorgia suberosa* to polluted seawater from a former coastal mining site in Taiwan. *Zoological Studies* 51(1):27-37.
- Chao CH, Wen ZH, Su JH, Chen IM, Huang

- HC, Dai CF, Sheu JH. 2008. Further study on anti-inflammatory oxygenated steroids from the octocoral *Dendronephthya griffin*. *Steroids* (73):1353-1358.
- Chen KH, Dai CF, Lu MC, Li JJ, Chen JJ, Chang YC, Su YD, Wang WH, and Sung PJ. 2013. Secondary Metabolites from the Soft Coral *Sinularia arborea*. *Marine Drugs* (11):3372-3380.
- Cheng SY, Huang KJ, Wang SK, Duh CY. 2011. Capilloquinol: a novel farnesyl quinol from the dongsha atoll soft coral *Sinularia capillosa*. *Marine Drugs* (9):1469-1476. doi:10.3390/md9091469.
- Chung HM, Chen YH, Lin RL, Su JH, Wang WH, and Sung PJ. 2010. Rumphellaone A, a novel caryophyllane-related derivative from the gorgonian coral *Rumphella antipathies*. *Tetrahedron Letters* (51):6025-6027.
- Chung HM, Su JH, Wang TL, Li JJ, Chen JJ, Chen YH, Chang YC, Su YD, Chen YH, Fang LS, Sheu JH, Wang WH, and Sung PJ. 2013. Rumphellclovanes C-E, new clovane-type sesquiterpenoids from the gorgonian coral *Rumphella antipathies*. *Tetrahedron* (69):2740-2744.
- Chung HM, Wang WH, Hwang TL, Li JJ, Fang LS, Wu YC, and Sung PJ. 2014. Rumphellaones B and C, New 4,5-Seco-Caryophyllane Sesquiterpenoids from *Rumphella antipathies*. *Molecules* (19):12320-12327.
- Colorado J, Muñoz D, Marquez D, Marquez ME, Lopez J, Thomas OP and Martinez A. 2013. Ulososides and urabosides-triterpenoid saponins from the caribbean marine sponge *Ectyoplasia ferox*. *Molecules* (18):2598-2610.
- Díaz-Marrero AR, Porrás G, Aragón Z, De la Rosa JM, Dorta E, Cueto M, D'Croz L, Maté J, Darias J. 2011. Carijodienone from the octocoral *Carijoa multiflora*. a spiropregnane-based steroid. *Journal Natural Products* (74):292-295.
- Fabricus K dan Alderslade P. 2001. Soft corals and sea fans: a comprehensive guide to the thropical shallow-water genera of the central west pacific, the Indian ocean and the red sea. Includex index. Australia: Published by the Australian Intitute of Marine Science PMB, 3 Townsville MC, Queensland 4810.
- Fang HY, Liaw CC, Chao CH, Wen ZH, Wu YC, Hsu CH, Dai CF, Sheu, JH. 2012. Bioactive pregnane-type steroids from the soft coral *Scleronephthya gracillimum*. *Tetrahedron* (68):9694-9700.
- Gao CH, Wang YE, Li S, Qian PY, and Qi SH. 2011. Alkaloids and sesquiterpenes from the South China Sea Gorgonian *Echinogorgia pseudossapo*. *Marine Drugs* (9):2479-2487.
- Goldberg WM. 1978. Chemical changes accompanying maturation of the connective tissue skeletons of gorgonian and antipatharian corals. *Marine Biology* (49):203-210.
- Harborne JB. 1987. *Metode Fitokimia*. Edisi ke-2. Padmawinata K, Soediro I, penerjemah. Terjemahan dari: Phytochemical Methods. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Hutagalung HP. 1991. Pencemaran Laut Oleh Logam Berat dalam Beberapa Perairan Indonesia. Puslitbang. Oseanologi LIPI. Jakarta. 45-59.
- Isnawati A, Raini M, Alegantina S. 2006. Standarisasi simplisia dan ekstrak etanol daun sembung (*Blumea Balsamifera* (L)) dari tiga tempat tumbuh. *Media Litbang Kesehatan* 16(2):1-6.
- Kadir H, Samawi MF dan Haris A. 2013. Akumulasi logam berat pb pada rangka dan polip karang lunak *Sinularia polydactyla*. *Torani (Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan)* 23(1):1-7.
- Katno. 2008. Pengelolaan Pasca Panen Tanaman Obat. Tawangmangu: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Departemen Kesehatan RI.
- Konishi K. 1981. Alconarian spiculate:

- Limestone of soft coral. Proceedings of the fourth international coral reef symposium I. *Manila Filipina (PK)* 643-649.
- Kumalasari, E. dan Sulistyani N. 2011. Aktivitas Antifungi Ekstrak Etanol Batang Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steen.) Terhadap *Candida albicans* serta Skrining Fitokimia. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian* 1 (2):51-62.
- Mahur AK, Khan MS, Naqvi AH, Prasad R, and Azam A. 2008. Measurement of effective radium content of sand samples collected from Chatrapur beach, Orissa, India using track etch technique. *Radiation Measurements* (43):520-522.
- Manuputty AEW. 2008. Isis hippuris Linnaeus 1758: oktokoral penghasil anti virus. *Oseana* 33(1):19-24.
- Reimão JQ, Migotto AE, Kossuga MH, Berlinck RGS, Tempone AG. 2008. Antiprotozoan activity of Brazilian marine cnidarian extracts and of a modified steroid from the octocoral *Carijoa riisei*. *Parasitol Res* (103):1445-1450.
- Rochyatun E, Kaisupy MT dan Rozak A. 2006. Distribusi logam berat dalam air dan sedimen di perairan muara sungai Cisadane. *Makara Sains* 10(1):35-40.
- Rochyatun E dan Rozak A. 2007. Pemantauan kadar logam berat dalam sedimen di perairan Teluk Jakarta. *Makara Sains* 11(1):28-36.
- Sangi M, Runtuwene MRJ, Simbala HEI, Makang VMA. 2008. Analisis fitokimia tumbuhan obat di kabupaten Minahasa Utara. *Chemical Program* 1(1):47-53.
- Sun ZH, Cai YH, Fan CQ, Tang GH, Luo HB and Yin S. 2014. Six new tetraprenylated alkaloids from the South China Sea Gorgonian *Echinogorgia pseudossapo*. *Marine Drugs* (12):672-681.
- 1Sung PJ, Chuang LG, Kuo J, Chen JJ, Fan TY, Li JJ, Fang LS, and Wang WH. 2007. Rhumphellolides A-F, six new caryophyllane-related derivatives from the formosan gorgonian coral *Rumphella antiphathies*. *Chemicals and Pharmaceutical Bulletin* 55(9):1296-1301.
- 2Sung PJ, Chuang LG, Kuo J, Fan TY, and Hu WP. 2007. Rhumphellatin A, the first chloride-containing caryophyllane-type norsesquiterpenoid from *Rumphella antiphathies*. *Tetrahedron Letters* (48):3987-3989.
- Susanti AD, Ardiana D, Gumelar GP, Bening YG. 2012. Polaritas pelarut sebagai pertimbangan dalam pemilihan pelarut untuk ekstraksi minyak bekatul dari bekatul varietas ketan (*Oriza sativa glatinosa*). Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perencanaan dan Industri XI. Surakarta 8-14.
- Sutarman. 2003. Distribusi radium dari dalam kerak bumi ke lingkungan. *Buletin Alara* 5(1):39-49.
- Snyder CR, Kirkland JJ, Glajach JL. 1997. Practical HPLC Method Development. second dition. New York (US):John Wiley dan Sons, Lnc.
- Tjokronagoro SM. 2004. Peranan Radioterapi dalam penanggulangan penyakit kanker. [Pengukuhan Guru Besar]. 24 April 2004. Yogyakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.
- Tuti HMIY. 2014. Keberadaan gorgonian (akar bahar) di perairan Maumere, Kabupaten Sikka. Monitoring Kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait. Perairan Kabupaten Sikka 2013. Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Wang SK, Puu SY, Tang H, and Duh CY. 2012. New 19-oxygenated steroids from the soft coral *Nephthea chabrolli*. *Marine Drugs* 10(6):1288-1296.
- Wang SK, Puu SY, Tang H, and Duh CY. 2013. New steroids from the soft coral *Nephthea chabrolli*. *Marine Drugs* (11):571-580.
- Wang Z, Tang H, Wang P, Gong W, Xue M, Zhang H, Liu T, Baoshu Liu, Yi Y and Zhang W. 2013. Bioactive polyoxygenated steroids from the south china sea soft

- coral, *Sarcophyton* sp. *Marine Drugs* (11):775-787.
- Widaningrum, Miskiyah dan Suismono. 2007. Bahaya kontaminasi logam berat dalam sayuran dan alternatif pencegahan cemarannya. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* (3):16-27.
- Wikanta T, Hedi, Januar I, Nursid M. 2005. Uji aktivitas antioksidan, toksisitas dan sitotoksitas ekstrak alga merah *Rhodomenia palmata*. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 11(4):41-49.
- Winarno FG. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Bogor: M-Brio Press.
- Van Dyck S, Gerbaux P, and Flammang P. 2010. Qualitative and quantitative saponin contents in five sea cucumbers from the Indian Ocean. *Marine Drugs* (8):173-189
- Zhao HY, Shao CL, Li ZY, Han L, Cao F and Wang CY. 2013. Bioactive pregnane steroids from a south china sea gorgonian *Carijoa* sp. *Molecule* (18):3458-3466.