

Uji Antioksidan Ekstrak *Padina australis* dan Efek Toksisitas Akut Terhadap Mencit (*Mus musculus*)

Tri Saptari Haryani¹⁾, Triastinurmiatiningsih²⁾, Bina Lohita Sari³⁾

^{1),2)} Program Studi Biologi, ³⁾ Program Studi Farmasi

FMIPA – Universitas Pakuan

Jalan Pakuan PO Box 452, Bogor

trisaptari@unpak.ac.id

Abstrak

Rumput laut memiliki senyawa polifenol yang dapat bersifat sebagai antioksidan, salah satunya *Padina australis* dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan. Penelitian bertujuan untuk mengukur kadar total senyawa polifenol yang dapat bersifat sebagai antioksidan, dan menentukan dosis minimal ekstrak *P. australis* yang memiliki efek toksik akut terhadap mencit sebagai hewan uji. Tahapan penelitian meliputi ekstraksi *P. australis* dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96%, kemudian dilanjutkan pengukuran kadar polifenol total ekstrak *P. australis* dengan metode *Folin Ciocalteu* dan absorbansi diukur menggunakan spectrophotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 750nm, pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (1.1 difenil-2-pikrihidrasi/DPPH) yang dihitung berdasarkan persamaan regresi liniernya dan dinyatakan dalam IC₅₀ (ppm), absorbansi diukur menggunakan spectrophotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 515nm. Pengujian toksisitas akut ekstrak *P. australis* menggunakan mencit Swiss Webster sebagai hewan uji. Pada perlakuan untuk mengamati efek toksik yang timbul dilakukan pengujian yang meliputi parameter uji panggung, uji katalepsi, uji urinasi, uji defekasi, dan uji salivasi. Dari hasil pengukuran kadar polifenol total ekstrak diperoleh hasil sebesar 69.16 mg SAG/gram dengan nilai absorbansi sebesar 0.115 pada panjang gelombang 750nm. Dari pengujian aktivitas antioksidan dihasilkan nilai IC₅₀ sebesar 3265.64 ppm (>150 ppm) pada panjang gelombang sebesar 515nm. Dari hasil pengujian toksisitas akut pada mencit sebagai hewan uji, pada dosis tertinggi yaitu 2000 mg/BB diperoleh hasil kondisi tubuh hewan uji tetap normal, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ekstrak *P. australis* tidak bersifat toksik.

Kata kunci: Ekstrak *Padina australis*, antioksidan, efek toksisitas akut

Antioxidant Test Extract Of *Padina australis* And Acute Toxicity Effect on Mice (*Mus musculus*)

Abstract

Seaweed has polyphenol aggregates that provide antioxidant, one of which is *Padina australis* possesses antioxidant activity. These tests demonstrated to test the elevations of polyphenolic compounds that can measure out as antioxidants and analyze the component volume of extract of *P. australis* who have crucial toxic impacts on mice as experiment animal. Stages of evaluation include *P. australis* extraction by maceration method using ethanol 96%, therefore process assessment of overall polyphenol extracts of *P. australis* with Folin Ciocalteu and absorbance method involving UV-Vis spectrophotometer at an observation of 750 nm, examine the antioxidant activity using DPPH process (1.1diphenyl-2-picrihydration/DPPH) at an observation of 515 nm calculated on the base of the narrow regression equation and the method in IC₅₀ (ppm). Measurement of vital toxicity of *P. australis* extract using *Swiss Webster* mice as an experiment animal for that activity, evaluation processes, defecation tests, and salivation tests. From result of study of comprehensive polyphenol content of extract result 69.16mg SAG/gram with absorbance rate analogous to 0.115. From evaluating the antioxidant activity observed by IC₅₀ is 3265.64 ppm. From the results of crucial toxicity evaluation in mice as an experiment animal, at the highest dosage of 2000 mg / body weight, it can be stated that *P. australis* extract is not toxic.

Keywords: Extract of *Padina australis*, antioxidant, acute toxicity effect

PENDAHULUAN

Saat ini biaya kesehatan semakin mahal sehingga menyebabkan dalam pengobatannya manusia berusaha mencari obat yang bersifat ekonomis dan relatif lebih aman bila dibandingkan dengan obat sintetis, salah satunya adalah rumput laut (seaweed). Beberapa jenis rumput laut di Indonesia dapat digunakan sebagai obat, salah satunya adalah *Padina australis* yang efektif menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* penyebab diare (Triastinurmiatiningsih dan Haryani, 2008). Hasil penelitian Haryani *dkk.* (2014) disimpulkan bahwa kandungan senyawa aktif ekstrak *P. australis* sebagai antibakteri *E. coli* termasuk dalam golongan senyawa fenol yaitu triterpenoid dan alkaloid, sedang dari hasil identifikasi menggunakan metode GC-MS diperoleh senyawa phytol yang diduga berpotensi sebagai antibakteri, namun dalam penelitian tersebut belum dilakukan pengukuran kadar total antioksidan yang terkandung dalam ekstrak *P. australis*. Rumput laut memiliki senyawa polifenol yang dapat bersifat sebagai antioksidan (Firdaus, 2011). Menurut Husni, A. *dkk.* (2014), *Padina* sp. merupakan rumput laut cokelat yang dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan. Penggunaan senyawa antioksidan sebagai obat saat ini makin berkembang seiring dengan makin bertambahnya pengetahuan tentang aktivitas radikal bebas terhadap suatu penyakit, termasuk penyakit diare yang disebabkan oleh infeksi bakteri *E.coli*. Dari hasil pengujian toksisitas ekstrak *P. australis* diperoleh hasil sebesar 177.83 µg/ml, yang menunjukkan bahwa ekstrak *P. australis* tidak memiliki sifat sitotoksik sehingga dapat digunakan sebagai antibakteri (Haryani, *dkk.* Hibah Fundamental tahun 2014-2015).

Berdasarkan permasalahan di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang prototype tablet berbahan dasar ekstrak *P.*

australis sebagai antibakteri *E. coli* melalui pengukuran kadar polifenol total, dan uji toksisitas akut menggunakan mencit jantan sebagai hewan uji.



Gambar1. *Padina australis* (Triastinurmiatiningsih & Tri Saptari, 2008)

Senyawa fenolik merupakan senyawa yang banyak ditemukan pada tumbuhan, mempunyai struktur yang khas, yaitu memiliki satu atau lebih gugus hidroksil yang terikat pada satu atau lebih cincin aromatic benzene, serta merupakan senyawa bahan alam yang saat ini cukup luas penggunaannya. Pada industri farmasi dan kesehatan senyawa ini banyak digunakan sebagai antioksidan. Senyawa fenolik rentan terhadap oksidasi karena salah satu sifat dari senyawa fenolik adalah sebagai antioksidan (Zubia *et al.*, 2007).

Senyawa antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat meredam radikal bebas dengan cara menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas (Zubia *et al.*, 2007). Berdasarkan sumbernya, antioksidan dibagi menjadi dua yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetis. Salah satu sumber antioksidan alami adalah rumput laut yang memiliki senyawa polifenol diantaranya ditemukan pada beberapa familia *Alariceae*, *Fucaceae*, dan *Sargassaceae* (Firdaus, 2011).

Uji toksisitas akut dengan menggunakan hewan percobaan diperlukan untuk mendeteksi efek toksik yang muncul dalam waktu singkat setelah pemberian suatu zat dalam dosis tunggal atau dosis berulang yang diberikan dalam waktu tidak

lebih dari 24 jam. Uji tunggal yang dilakukan atas segala zat kimia yang ada kaitannya dengan kepentingan biologi adalah uji toksisitas akut, yaitu pemberian suatu senyawa kepada hewan uji pada suatu dosis tertentu. Evaluasi dilakukan tidak hanya mengenai LD₅₀, tetapi juga terhadap kelainan tingkah laku, stimulasi atau depresi SPP, aktivasi motorik dan pernapasan untuk mendapatkan gambaran tentang sebab kematian.

Metode

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan meliputi Spektrofotometer UV-Vis, iradiator, *moisture balance*, *vacuum sealer machine* Multivac C100, peralatan pembuatan ekstrak *P. australis*, serta seperangkat peralatan laboratorium Biologi, Kimia dan Farmasi.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu rumput laut *Padina australis* sebanyak 50 Kg yang diperoleh dari Pantai Bayah, Banten, mencit jantan galur Swiss Webster sebanyak 60 ekor, pakan mencit, seperangkat alat bedah, dan bahan-bahan kimiawi lainnya.

Padina australis yang telah dicuci bersih, ditiriskan untuk membebaskan sisa-sisa air cucian, kemudian dilayukan dengan cara diangin-anginkan, dan selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C sampai kering, selanjutnya dihaluskan menggunakan *grinder* hingga menjadi serbuk (*simplisia* kering). Ekstrak *P. australis* dibuat dengan cara menimbang sebanyak 150 g serbuk *simplisia* kemudian dimaserasi dengan menggunakan pelarut etanol 96% sebanyak 3,5 L hingga warna konstan dan dikocok selama 10 menit dalam rentang 1 jam selama 5 kali sehari, agar massa bioaktif dapat keluar dari *thallus*nya yang padat. Tahapan selanjutnya yaitu maserat disaring menggunakan kertas saring *whattman* 40 dan filtratnya ditampung dalam *erlenmeyer* sehingga diperoleh filtrat

ekstrak cair, kemudian ekstrak cair dievaporasi menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 45°C sampai dihasilkan ekstrak kental.

Pengukuran Kadar Polifenol Total Ekstrak *Padina australis* dengan metode *Folin Ciocalteu* (Zubia *et al.*, 2007) dilakukan melalui tahapan: pembuatan larutan induk asam galat, pembuatan larutan Na₂CO₃ 7,5%, penentuan panjang gelombang maksimum Asam Galat, optimasi waktu inkubasi, pembuatan kurva baku asam galat dengan reagen *Folin-Ciocalteu*, pembuatan larutan Uji. Serapan diukur pada panjang gelombang maksimum pada menit ke 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 hingga diperoleh waktu serapan optimum yang stabil. Kadar polifenol total dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Polifenol total} = \frac{V_s \text{ (mL)} \times C \text{ (ppm)} \times F_p \times 10^{-6}}{B \text{ (g)}} \times 100 \%$$

Keterangan:

V_s : Volume sampel (mL)

C : Kadar total polifenol (ppm)

F_p : Faktor pengenceran

B : Bobot sampel yang digunakan (gram)

Pengujian aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dilakukan melalui tahapan: Persiapan Larutan Pereaksi (Persiapan Larutan DPPH 1 mM (B_m = 394,3 Persiapan Larutan Blanko; Persiapan Larutan Induk Vitamin C 1000 ppm sebanyak 100 mL); Penetapan Panjang Gelombang Maksimum DPPH; Optimasi Waktu Inkubasi; Pembuatan Deret Standar Larutan Vitamin C ; Pembuatan Larutan Uji dengan konsentrasi 312,5 ; 625 ; 1250 ; 2500 ; 5000 dan 10000. µl/mL; dan uji aktivitas antioksidan ekstrak *P. australis*. Nilai persentase hambatan terhadap DPPH dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100 \%$$

Nilai IC₅₀ (Inhibition Concentration 50) diperoleh dari perpotongan garis antara 50%

daya hambat dengan sumbu konsentrasi menggunakan persamaan linier ($y = bx + a$), dimana $y = 50$ dan x menunjukkan IC_{50} (Windono *dkk*, 2004).

$$IC_{50} = \frac{50 - \text{Intersept}}{\text{slope}}$$

Pengujian toksisitas akut ekstrak *P. australis* dilakukan menggunakan mencit jantan berumur 2 bulan dengan berat rata-rata 20-30 g sebagai hewan uji. Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk menentukan efek toksik suatu senyawa yang terjadi dalam waktu yang singkat setelah pemberian dengan takaran tertentu. Tahapan dalam pengujian toksisitas akut adalah: Sebanyak 25 ekor mencit yang relatif homogen dibagi menjadi 5 kelompok perlakuan, masing-masing kelompok terdiri dari 5 ekor sebagai ulangan. Untuk mengetahui mencit yang homogen berdasarkan bobot badan terlebih dahulu dihitung Koefisien variasi (*Coefficient of variation*). Bila koefisien variasi yang didapat antara 10-15% maka dapat dinyatakan hewan yang digunakan relatif homogen.

$$\text{Koefisien variasi (KV)} = \frac{\text{Simpanan Baku}}{\text{Rata-rata}} \times 100\%$$

Mencit dari setiap kelompok perlakuan dikandangkan secara terpisah di dalam kandang. Kandang berbentuk kotak, terbuat dari bahan plastik dengan ukuran 30 x 20 x 12 cm. Sebelum perlakuan hewan uji diaklimatisasi selama 1 minggu. Selama penelitian semua kelompok mencit diberi pakan pelet 512 dengan kandungan protein 22% dan minum setiap hari secara *ad libitum*. Setelah dilakukan adaptasi masing-masing kelompok diberikan perlakuan secara oral dengan sonde lambung sebagai berikut :

- (K-) : Kelompok yang tidak diberi perlakuan
- P1 : Kelompok perlakuan dengan diberi ekstrak *Padina australis* dengan dosis 250 mg/Kg BB, dalam 1 ml
- P2 : Kelompok perlakuan dengan diberi

ekstrak *Padina australis* dengan dosis 500 mg/Kg BB, dalam 1 ml

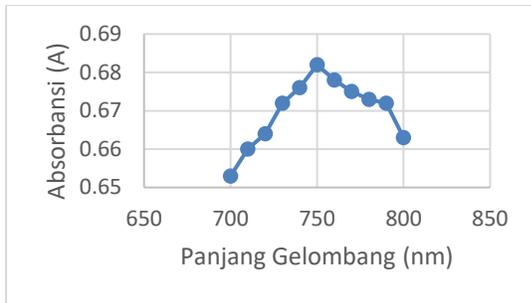
P3 : Kelompok perlakuan dengan diberi ekstrak *Padina australis* dengan dosis 1500 mg/Kg BB, dalam 1 ml

P4 : Kelompok perlakuan dengan diberi ekstrak *Padina australis* dengan dosis 2000 mg/Kg BB, dalam 1 ml

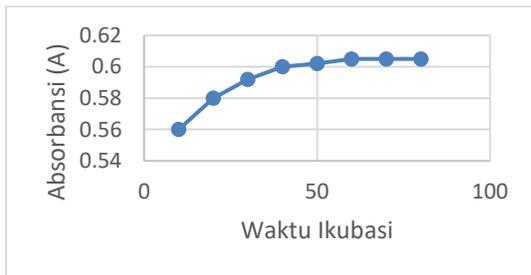
Setelah diberikan ekstrak *Padina australis* dengan dosis tersebut di atas, Dari setiap kelompok diambil secara acak, efek toksik yang terjadi diamati dan dibandingkan dengan kontrol. Waktu pengamatan adalah 5 menit, 10 menit, 15 menit, 30 menit, 60 menit, 120 menit, 180 menit dan 240 menit. Jadi total waktu pengamatan adalah 4 jam. Untuk mengamati efek toksik yang timbul terutama dari parameter utama yaitu jumlah kematian dan parameter penunjang yang meliputi uji panggung, uji katelepsi, uji urinasi, uji defekasi, dan uji salivasi. Pengujian diulangi kembali pada mencit yang lain dalam kelompok yang sama, kemudian dilanjutkan dengan kelompok yang lain.

HASIL DAN DISKUSI

Pengukuran kadar polifenol ekstrak *P. australis* dilakukan menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang maksimum, untuk memperoleh serapan maksimumnya. Penentuan panjang gelombang menggunakan larutan asam galat sebagai standar analisis kuantitatif. Dari hasil pengukuran kadar polifenol ekstrak diperoleh pada panjang gelombang maksimum sebesar 750 nm dengan optimasi waktu inkubasi pada menit ke 60. Data selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 berikut :



Gambar 2. Kurva Panjang Gelombang Maksimum Asam Galat



Gambar 3. Kurva Optimasi Waktu Inkubasi Asam Galat

Kurva kalibrasi ditentukan untuk menghasilkan persamaan linearitas antara absorbansi dengan konsentrasi dan menunjukkan besarnya konsentrasi larutan sampel dari hasil pengukuran. Konsentrasi sampel larutan dapat diperoleh melalui kurva standar asam galat yang dibuat kedalam beberapa deret konsentrasi antara lain 1 sampai 5 ppm. Persamaan yang didapat adalah $y = 0.1224x + 0.0884$ dan nilai $R^2 = 0.9896$ yang artinya mendekati linearitas. Data lengkap hasil absorbansi pengukuran adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Konsentrasi dan Absorbansi Pengukuran Kadar Polifenol

Konsentrasi asam galat (ppm)	Nilai Absorbansi
1	0.186
2	0.361
3	0.465
4	0.575
5	0.691
Sampel	0.115

Dari kurva garis linier diatas kadar polifenol total sampel dihitung melalui persamaan garis $y = bx + a$ dengan nilai absorbansi sampel yang dihasilkan sebesar

0,115. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak *Padina australis* memiliki kadar polifenol total sebesar 90.79 mg SAG/g.

Pengukuran aktivitas antioksidan ini menggunakan vitamin C (asam askorbat) sebagai standar. Asam askorbat merupakan salah satu antioksidan sekunder yang memiliki kemampuan menangkap radikal bebas dan mencegah terjadinya reaksi berantai. Pengukuran ini menggunakan asam askorbat dalam beberapa tingkat konsentrasi untuk mendapatkan aktivitas antioksidan, yaitu kemampuan untuk dapat meredam radikal bebas dengan menggunakan metode DPPH yang kemudian ditetapkan dalam kurva kalibrasi antara % inhibisi terhadap konsentrasi vitamin C adalah $y = 6.848x + 13.494$ dan $R^2 = 0.9813$. Persamaan regresi linier tersebut digunakan untuk menentukan IC_{50} dari larutan vitamin C.

Sampel	IC_{50} (ppm)
Vitamin C	5,331
<i>P. australis</i>	3265,64

IC_{50} adalah besarnya konsentrasi antioksidan untuk menghambat radikal bebas sebesar 50 %. Berdasarkan hasil penelitian vitamin C berpotensi sebagai antioksidan dengan IC_{50} sebesar 5,331 ppm, sedangkan kurva kalibrasi antara % inhibisi terhadap konsentrasi ekstrak *P.australis* dengan persamaan regresi $y = 0,0101x + 17,017$ dan $R^2 = 0,9859$ berpotensi sebagai antioksidan dengan IC_{50} sebesar 3265,64 ppm. Semakin kecil nilai IC_{50} , maka semakin besar daya peredamannya, sehingga semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan, aktivitas penghambatannya juga akan meningkat. Hasil penelitian (Dotulong *et al.*, 2014) menyatakan bahwa *P. australis* dari perairan Sulawesi Utara yang dikeringkan pada suhu ruang dilanjutkan dengan oven suhu 40°C selama 4–6 jam, pada konsentrasi 4000 ppm menghasilkan 15,74–21,65 % inhibisi. Dengan demikian nilai persentase inhibisi bergantung pada penanganan bahan baku sehingga akan

berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan *Padina* sp. Beberapa faktor lainnya yang berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan adalah faktor eksternal seperti nutrisi, kedalaman, dan salinitas habitat *Padina* sp. serta faktor internal seperti umur dan tingkat reproduksi (Zubia *et al.*, 2007).

Berdasarkan hasil analisis semua perlakuan (250mg/kg BB, 500mg/Kg BB, 1500mg/Kg BB, dan 2000mg/Kg BB) pada semua parameter tampak bahwa pemberian dosis ekstrak *P. australis* pada mencit tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas motorik mencit. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji panggung, uji katalepsi, uji defekasi, uji urinasi, uji detak jantung, dan uji laju pernafasan yang kesemuanya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan kontrol, namun pada uji panggung terdapat penurunan aktivitas motorik dan gangguan ketidakseimbangan tubuh mencit namun relatif sangat kecil yaitu pada perlakuan dosis 2000mg/Kg BB, tetapi pada akhir pengamatan (4 jam setelah perlakuan) keseimbangan mencit kembali normal. Sementara dari hasil analisis data pada parameter pengukuran berat badan, pada hari ke 7 pengamatan terjadi penurunan berat badan mencit pada perlakuan dosis 2000mg/KgBB sebesar 0.2gr (2%), sehingga dapat dikatakan tidak menunjukkan adanya penurunan berat badan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak *P. australis* tidak mengakibatkan gangguan metabolisme pada mencit sebagai hewan uji, serta sampai akhir pengamatan (hari ke 14) tidak ditemukan kematian pada seluruh kelompok hewan uji akibat pemberian ekstrak *P. australis* pada dosis 250 mg/Kg BB, 500 mg/kg BB, 1000mg/kg BB, 1500 mg/kg BB dan 2000 mg/kg BB, sehingga nilai LD₅₀

dari *Padina australis* tidak dapat ditentukan. Berdasarkan hasil penelitian, bahwa ekstrak etanol *Padina australis* yang diperoleh dari pantai Bayah Banten mengandung senyawa fitokimia yaitu alkaloid, saponin, steroid, dan triterpenoid (Haryani *dkk.* 2014). Diduga salah satu dari senyawa – senyawa aktif tersebut diatas, yang terkandung dalam ekstrak *Padina australis* merupakan senyawa aktif yang menyebabkan tidak terjadinya efek toksisitas pada mencit dan tidak menyebabkan kematian pada mencit, sehingga ekstrak *Padina australis* aman untuk dikonsumsi sebagai obat alternatif penyakit diare.

KESIMPULAN

1. Kadar polifenol ekstrak *P. australis* diperoleh pada panjang gelombang maksimum sebesar 750 nm dengan optimasi waktu inkubasi pada menit ke 60. Ekstrak *P. australis* berpotensi pula sebagai antioksidan dengan nilai IC₅₀ sebesar 3265,64 ppm.
2. Pemberian ekstrak *Padina australis* tidak berpengaruh terhadap aktivitas motorik hewan uji (mencit). Efek toksik yang paling rendah terdapat pada uji panggung, yaitu terjadi penurunan aktivitas motorik dan gangguan ketidakseimbangan pada mencit namun relative sangat kecil. Pemberian ekstrak juga tidak mengakibatkan gangguan metabolisme pada mencit sebagai hewan uji, serta tidak ditemukan kematian hewan uji
3. Senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak *Padina australis* merupakan senyawa aktif yang tidak menyebabkan kematian pada mencit, sehingga ekstrak *Padina australis* aman untuk dikonsumsi sebagai obat alternatif penyakit diare.

Saran

Saran

Dari hasil penelitian di atas, disarankan untuk dilakukan pengujian lebih lanjut aktivitas antioksidan dan efek toksisitas akut dari ekstrak jenis lain rumput laut coklat dari perairan Pantai Bayah, Banten.

REFERENCE

Dotulong, V., Widjanarko, SB, Yunianta and Mamahit, L.P. 2014. *Antioxidant Activity of Three Marine Algae Methanol Extract Collected from North Sulawesi Waters, Indonesia*. International Journal of Science and Engineering Investigations. 2(23):26-30.

Firdaus, M. (2011). *Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut Coklat (Sargassum echinocarpum) sebagai Pencegah Disfungsi Sel Endotelium Aorta Tikus Diabetes Melitus*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor

Haryani, TS. Bina Lohitasari, dan Triastinurmiatiningsih, 2014. *Efektivitas Ekstrak Padina australis Sebagai Antibakteri Escherichia coli Penyebab Diare*. Vol 4:2, Desember 2014. Jurnal Fitofarmaka, Universitas Pakuan, Bogor.

Husni, A., Putra, D.R., Bambang, I.Y. 2014. *Aktivitas Antioksidan Padina sp Pada Berbagai Suhu dan Lama Pengeringan*. UGM. Yogyakarta. JPG. Perikanan. Vol. 9:2 ; 165-177

Triastinurmiatiningsih dan T.S. Haryani. 2008. *Potensi Rumput Laut Di Pantai Bayah, Kabupaten Lebak, Banten Sebagai Anti Bakteri Escherichia coli*. *Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi, Volume 9, no 1*, hal 37-43.

Zubia, M., Robledo, D., & Freile-Pelegri Y. 2007. *Antioxidant activities in marine macroalgae from the coasts of quintana Roo and Yucatan, Mexico*. *Journal of Applied Phycology*. 19: 449–458.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kemenristekdikti.
2. Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian, Universitas Pakuan
3. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan Bogor.
4. Para anggota peneliti dan teknisi yang telah membantu selama penelitian berlangsung,
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu dan memberikan dukungan selama pelaksanaan hingga penyusunan laporan penelitian ini.

