

POTENSI EKSTRAK ETIL ASETAT LERAK (*Sapindus rarak*) SEBAGAI ANTI *Escherichia coli*

Andriyani Puspitaningrum¹, Yusianti Silviani²

¹Akademi Analis Kesehatan Nasional

andriyani.pn@gmail.com

²Akademi Analis Kesehatan Nasional

yusianti.silviani@gmail.com

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi ekstrak etil asetat Lerak (*Sapindus rarak*) sebagai anti *Escherichia coli* (*Enterotoxigenic Escherichia coli* dan *Enteropathogenic Escheichia coli*) Jenis penelitian ini adalah analitik eksperimental dengan desain *posttest without control*. Populasi penelitian ini adalah buah lerak (*Sapindus rarak*) yang dijual di kota Surakarta dengan teknik sampling kuota sampling. Uji hipotesis menggunakan one-way ANOVA untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak terhadap penghambatan pertumbuhan ETEC dan EPEC, serta uji T tidak berpasangan untuk mengetahui perbedaan potensi ekstrak sebagai anti EPEC dan ETEC. Hasil penelitian Kadar Hambat Minimal untuk EPEC dan ETEC tidak dapat ditentukan sedangkan Kadar Bunuh Minimum untuk ETEC sebesar 100%, dan EPEC sebesar 25%. Diameter zona hambat terbesar untuk ETEC adalah 12,9 mm dan EPEC 31,2 mm. Berdasarkan hasil uji ANOVA didapatkan hasil p value = 0,000 untuk variasi konsentrasi lerak terhadap penghambatan pertumbuhan ETEC dan EPEC. Uji t-tidak berpasangan menunjukkan hasil p value =0,000. Ada perbedaan potensi ekstrak etil asetat lerak (*Sapindus rarak*) sebagai anti ETEC dan EPEC.

Kata Kunci : Lerak, Ekstrak etil asetat, *Escherichia coli*, KHM, KBM, disk diffusion

I. PENDAHULUAN

Pengembangan tanaman yang berpotensi sebagai antibakteri terus meningkat seiring dengan meningkatnya permasalahan resistensi bakteri terhadap antibiotic (Ushimaru, 2007). Meninjau permasalahan tersebut maka perlu dikembangkan agen-agen antimikroba yang baru yang berasal dari bahan alam, terutama tanaman lokal Indonesia.

Salah satu tanaman lokal yang berpotensi sebagai antimikroba adalah Lerak (*Sapindus rarak*). Tanaman ini banyak digunakan sebagai bahan pencuci kain batik, karena mengandung saponin yang tinggi dalam buahnya. Selain itu, kandungan saponin alkaloid, polifenol dan tannin dalam lerak juga dapat berperan sebagai anti-bakteri (Udarno, 2009).

Terbukti dalam penelitian Winarsih dkk., (2011) rebusan lerak efektif menghambat dan membunuh *Methicilin resistant Staphylococcus aureus* secara *in vitro*. Hal tersebut juga didukung oleh Marsa (2010) yang membuktikan adanya efek antibakteri ekstrak etanol tumbuhan lerak terhadap *Enterococcus faecalis*. Sementara itu, penelitian Widiarta dkk. (2013) menyimpulkan bahwa zat aktif seperti alkaloid, saponin, flavonoid, polifenol, dan tannin memiliki aktivitas antibakteri, salah satunya pada *Escherichia coli*.

Escherichia coli merupakan salah satu bakteri penyebab diare dan yang mana kasus diare sendiri menjadi penyebab kematian balita nomor satu di dunia dan merupakan pembunuh balita nomor dua di Indonesia. Bakteri ini terdiri atas berbagai golongan dan golongan *intestinal pathogen* terbagi atas enteropathogenic *E. coli* (EPEC), enterohaemorrhagic *E. coli* (EHEC), enterotoxigenic *E. coli* (ETEC), enteroaggregative *E. coli* (EAEC), enteroinvasive *E. coli* (EIEC) and diffusely adherent *E. coli* (DAEC) (Kaper, et al. 2004).

Di Negara berkembang, Enterotoxigenic E.coli (ETEC) dan Enteropathogenic E.coli (EPEC) merupakan penyebab diare yang paling sering, dimana ETEC merupakan penyebab diare pada wisatawan dan anak, sedangkan EPEC merupakan penyebab diare pada bayi. Dalam patogenesisnya terdapat perbedaan mekanisme infeksi antara keduanya yaitu ETEC menghasilkan enterotoksin yang mengaktifkan adenil siklase, meningkatkan hipersekresi air dan klorida terus menerus dalam waktu lama dan disertai penghambatan reabsorpsi natrium, sedangkan EPEC dapat menempel pada mukosa usus dan menyebabkan lesi (Jawetz et al, 2005).

Menurut hasil penelitian Alikhani, et al. (2013) diketahui bahwa baik ETEC maupun EPEC isolate kasus diare di Iran telah mengalami resistensi terhadap berbagai jenis antibiotik. Hal serupa juga dinyatakan oleh Roy et al (2013) yang menyatakan bahwa 72,7% ETEC dan 96,4% EPEC, yang diisolasi dari pasien diare, telah mengalami resistensi terhadap Ampicilin,

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dikembangkan potensi Lerak sebagai antibakteri dan diharapkan ekstrak etil asetat lerak (*Sapindus rarak*) dapat digunakan sebagai anti-*Escherichia coli*.

Penelitian ini bertujuan untuk 1) Mengetahui Konsentrasi Hambat Minimal ekstrak etil asetat lerak terhadap *Enterotoxigenic Escherichia coli* dan *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC). 2) Mengetahui Konsentrasi Bunuh Minimal ekstrak etil asetat lerak terhadap *Enterotoxigenic Escherichia coli* (ETEC) dan *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC), 3) Mengetahui perbedaan potensi ekstrak etil asetat lerak sebagai anti *Escherichia coli*.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian analitik eksperimental dengan desain *posttest without control*. Populasi pada penelitian ini adalah buah lerak yang dijual di Surakarta. Teknik sampling yang digunakan pada penelitian ini adalah kuota sampling. *Escherichia coli* yang digunakan adalah *Enteropathogenic Escherichia coli* dan *Enterotoxigenic Escherichia coli* Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji One way ANOVA.

Penelitian ini menggunakan konsentrasi bertingkat dari 3,125% ; 6,25% ; 12,5% ; 25% ; 50% ; 100%. Konsentrasi Hambat Minimal dan Konsentrasi Bunuh Minimal dilakukan dengan metode dilusi sesuai dengan CLSI 2012. Metode daya hambat yang digunakan adalah metode Kirby Bouer dengan Standart Mc Farland no 0,5

Pembuatan Ekstrak

Proses ekstraksi dilakukan di CV. Chemical Mix Pratama, Bantul, Yogyakarta menggunakan pelarut etil asetat dengan metode maserasi selama 5 hari. Hasil maserasi kemudian disaring dan dievaporasi.

Penyiapan Mikroba Uji

Sebanyak satu ose dari kultur bakteri standar digoreskan pada media Nutrien Agar dan diinkubasi 35°C-37°C selama 18-24 jam. Dari biakan Nutrien Agar dibuat suspensi sesuai dengan kekeruhan pada Standart Mc Farland no 0,5 dengan kepadatan $1,0 \times 10^8$ CFU/ml.

Uji Konsentrasi Hambat Minimal

Sebanyak 1 ml Nutrient Broth dimasukkan ke dalam 9 tabung reaksi. Tabung 1 sampai 6 digunakan untuk sampel konsentrasi 3.125% sampai dengan 100%, tabung 7 digunakan untuk kontrol positif dan tabung 8 digunakan untuk kontrol negatif. Kemudian pada masing masing tabung no 1 - 7 ditambahkan 1 ml suspensi bakteri sesuai dengan standart Mc Farland no 0,5 yang sudah diencerkan 100X. Tabung no 1 – 6 diisi ekstrak etil asetat lerak dengan variasi konsentrasi dan tabung ke 8 diisi dengan ekstrak etil asetat lerak dengan konsentrasi 100%. Inkubasi semua tabung pada 37°C selama 24 jam. Amati kekeruhan pada setiap tabung.

Uji Konsentrasi Bunuh Minimal

Inokulasikan sebanyak 36 ose 1mm dari masing-masing tabung ke media Nutrient Agar plate secara goresan. Inkubasi semua tabung pada 37°C selama 24 jam. Amati pertumbuhan koloni pada tiap plate (CLSI, 2012).

Uji Disk Diffusion

Inokulasikan suspensi bakteri dengan kepadatan $1,0 \times 10^8$ CFU/ml ke media Nutrient Agar plate secara perataan. Kemudian lakukan pemasangan disk blank yang sudah diisi dengan ekstrak etil asetat lerak. Inkubasi semua tabung pada 37°C selama 24 jam.

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji fitokimia

Uji fitokimia dilakukan terhadap ekstrak Etil asetat lerak konsentrasi 100%, karena diharapkan bahan aktif dalam lerak terkonsentrasi dalam jumlah yang tinggi sehingga memudahkan dalam pembacaan hasil uji kualitatif fitokimia.

Tabell. Hasil Uji Fitokimia Etil asetat Lerak

Bahan Aktif	Hasil	Kesimpulan
Flavonoid	Warna kuning-merah	positif
Alkaloid	Endapan jingga setelah penambahan HCL dan dragendrof	positif
Saponin	Terbentuk busa dengan tinggi 1 -3 cm yang stabil selama 10 menit setelah dilakukan pengocokan	positif
Tannin	Warna hijau kebiruan setelah ditambah air dan FeCl ₃	positif
Polifenol	Warna biru – hitam setelah ditambah FeCl ₃	positif

Berdasarkan Tabell diketahui bahwa ekstrak etil aseta lerak mengandung berbagai jenis bahan aktif yaitu flavonoid, alkaloid, saponin, tannin dan polifenol. Kelima bahan aktif tersebut memiliki mekanisme yang berbeda-beda dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Sehingga dengan adanya kelima bahan aktif itu maka diharapkan ekstrak etil asetat lerak dapat menghambat pertumbuhan ETEC dan EPEC dengan maksimal.

3.2. Konsentrasi Hambat Minimal (KHM)

Konsentrasi Hambat Minimal diuji dengan cara mencampur suspensi bakteri dengan ekstrak etil asetat lerak berbagai variasi konsentrasi. Hasil dibaca dengan mengamati adanya kekeruhan pada campuran. Nilai KHM ditentukan dengan

mengamati konsentrasi ekstrak terkecil dengan hasil jernih yang menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri (Sari, 2010).

Tabel2. Hasil Uji Konsentrasi Hambat Minimal (KHM) Ekstrak Etil asetat lerak terhadap *Enteropathogenic Escherichia coli* dan *Enterotoxigenic Escherichia coli*

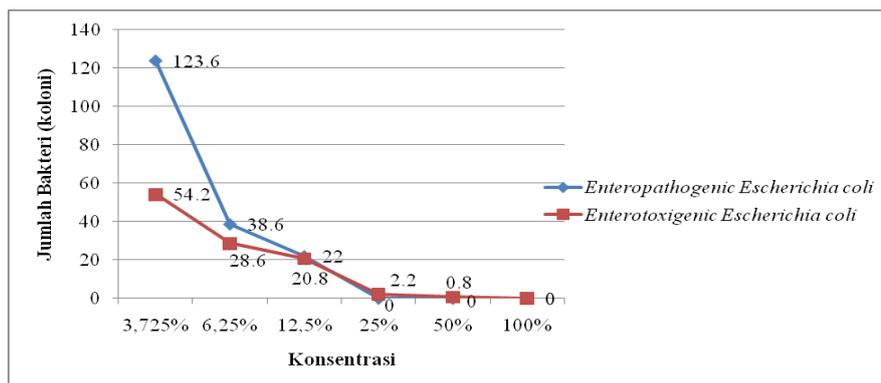
Konsentrasi	Hasil EPEC	Hasil ETEC
3,125%	+	+
6,25%	+	+
12,5%	+	+
25%	+	+
50%	+	+
100%	+	+
Kontrol media	-	-
Kontrol ekstrak	+	+

Keterangan : (+) = terjadi kekeruhan, (-) = jernih

Pada penelitian ini KHM tidak dapat ditentukan karena ekstrak etil asetat konsentrasi 3,125%-100% memiliki warna dasar yang coklat kehitaman. Hal ini senada dengan penelitian Sari (2010) yang tidak dapat menentukan KHM karena larutan uji yang berwarna coklat tua.

3.3. Konsentrasi Bunuh Minimal (KBM)

Uji Konsentrasi Bunuh Minimal dilakukan dengan cara menggores campuran sampel hasil KHM ke dalam media agar padat plate. Media yang digunakan adalah media Nutrient agar, karena media ini merupakan media universal yang tidak mengandung agen selektif, sehingga bakteri dapat tumbuh secara optimal pada media ini. Nilai KBM ditentukan dengan mengamati konsentrasi ekstrak terkecil yang tidak menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri (jumlah bakteri=0 koloni)



Gambar1. Uji Konsentrasi Bunuh Minimum Ekstrak Etil asetat Lerak terhadap *Enterotoxigenic Escherichia coli* dan *Enteropathogenic Escherichia coli*

Berdasarkan hasil penelitian (Gambar1) diketahui bahwa semakin tinggi ekstrak yang digunakan maka semakin merurun jumlah bakteri ETEC dan EPEC yang mampu tumbuh dalam media plate. Hal ini menunjukkan bahwa Ekstrak etil asetat Lerak memiliki aktifitas antibakteri. Aktifitas ini sendiri didukung oleh adanya kelima bahan aktif yang dimiliki oleh ekstrak etil asetat (Tabel 1).

Konsentrasi Bunuh Minimum untuk ETEC adalah 100% sedangkan untuk EPEC adalah 25%. Konsentrasi tersebut dikatakan sebagai KBM karena pada konsentrasi tersebut tidak ditemukan adanya pertumbuhan bakteri uji. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat lerak lebih bersifat antibakteri terhadap EPEC. Adanya kemampuan antibakteri ini disebabkan oleh adanya bahan aktif yang memiliki dampak berbeda-beda terhadap pertumbuhan bakteri.

Flavonoid mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan menghambat sintesis dari Asam Nukleat, menghambat fungsi dari membran sitoplasma, serta menghambat metabolisme energi (Cushnie, et al, 2005). Akan tetapi karena senyawa ini bersifat polar maka senyawa ini sulit untuk menembus dinding sel bakteri gram negatif yang banyak mengandung lipid (non polar). Selain flavonoid, alkaloid juga diketahui mampu berperan sebagai antibakteri dengan mekanisme mengganggu penyusunan peptidoglikan pada sel bakteri sehingga pembentukan dinding sel menjadi tidak sempurna (Paju, dkk., 2013). Dinding sel suatu bakteri yang tidak terbentuk sempurna menyebabkan sel bakteri menjadi mudah lisis, dan berakhir pada kematian bakteri uji.

3.4. Disc Diffusion

Uji ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas antibakteri dari ekstrak etil asetat lerak dengan metode difusi. Uji ini dilakukan dengan meletakkan disc/cakram yang telah berisi ekstrak uji ke atas media padat plate yang telah diinokulasikan bakteri uji. Hasil diamati dengan pengukuran diameter zona bening (radikal) disekitar cakram uji.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter zona hambat ekstrak etil asetat terhadap ETEC dan EPEC terus bertambah seiring dengan meningkatnya konsentrasi bahan uji. Peningkatan zona radikal ini menunjukkan adanya peningkatan aktifitas antibakteri ekstrak Etil asetat lerak. Diameter zona hambat terkecil adalah 6 mm dan terbesar adalah 31,2 mm untuk EPEC dan 12,9 mm untuk ETEC. Adanya perbedaan diameter zona radikal antara keduanya menunjukkan adanya perbedaan aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat terhadap pertumbuhan bakteri uji.

Tabel3. Zona Hambat Ekstrak Etil asetat Lerak terhadap pertumbuhan *Enteropathogenic Escherichia coli* dan *Enterotoxigenic Escherichia coli*

Konsentrasi bahan uji	diameter zona hambat (mm)	
	EPEC	ETEC
3,725%	6 ^a	6 ^a
6,25%	8.8 ^a	6 ^a
12,5%	13.9 ^b	6 ^a
25%	24.2 ^c	8.1 ^b
50%	29.1 ^{c,d}	10.1 ^c
100%	31.2 ^d	12.9 ^d

Keterangan : huruf dibelakang angka menunjukkan beda signifikan pada uji One Way Anova

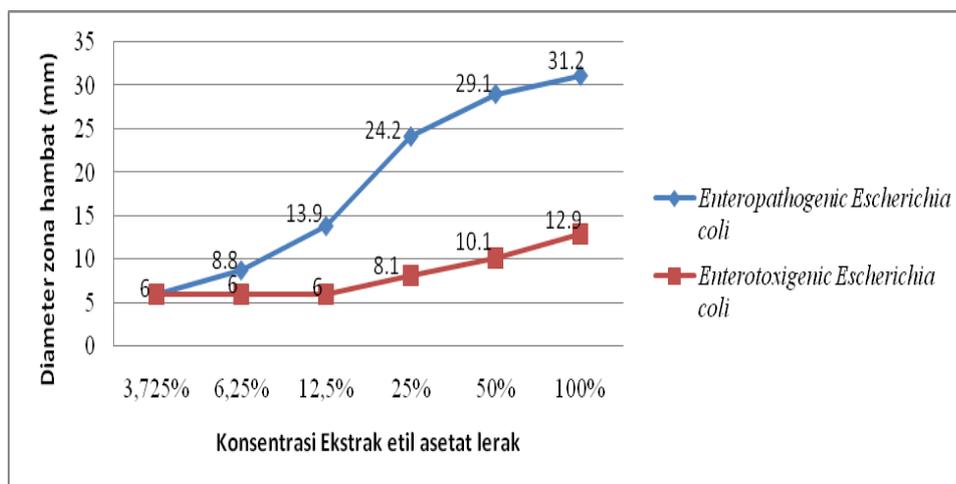
Pada metode disc difusi, bahan aktif lerak akan berdifusi ke dalam media dan menghambat pertumbuhan bakteri uji. Aktifitas ini merupakan efek adanya bahan aktif dalam lerak antara lain tannin, saponin dan polifenol. Sebagai antibakteri,

Tannin berperan dalam pengerutan dinding sel sehingga mengganggu permeabilitas dan menyebabkan kematian sel bakteri (Ajizah, 2004). Selain itu tannin juga dapat mengikat protein adhesin yang dimiliki bakteri yang dapat merusak ketersediaan reseptor permukaan sel bakteri, membentuk kompleks senyawa irreversibel dengan prolin sehingga menghambat sintesis protein (Santoso dkk, 2010). Hal ini sesuai dengan penelitian Ferreira *et al* (2012) yang menyatakan bahwa pembentukan kompleks antara tannin dan protein sel merupakan hal yang membuat efek toksisitas paling signifikan pada tannin.

Saponin menghambat pertumbuhan bakteri dengan mekanisme menurunkan tegangan permukaan sehingga mengakibatkan naiknya permeabilitas atau kebocoran sel dan mengakibatkan senyawa intraseluler akan keluar (Nuria, dkk. 2009). Sedangkan polifenol bekerja sebagai antibakteri dengan cara mendenaturasi protein sel dan merusak membran plasma (Fitri, 2007).

Hasil uji One Way Anova p value = 0,000 untuk pengaruh variasi konsentrasi lerak terhadap penghambatan pertumbuhan ETEC dan EPEC. Berdasarkan teori Davis and Stout (1971), ekstrak etil asetat (konsentrasi 100%) memiliki potensi yang sangat kuat sebagai antibakteri terhadap EPEC, karena menghasilkan diameter zona hambat > 20 mm; sedangkan potensi yang sedang kuat sebagai antibakteri terhadap EPEC, karena menghasilkan diameter zona hambat 10-20 mm. Adanya hasil uji statistik dan data kelima bahan aktif (Tabel 1) yang terkandung di dalam ekstrak etil asetat lerak menyebabkan aktifitas antibakteri, sehingga tanaman local ini dapat digunakan sebagai salah alternative pengobatan secara alami.

Konsentrasi terbaik pada penelitian ini yang memberikan efek anti-bakteri terbesar adalah konsentrasi 100%. Akan tetapi konsentrasi efektif pada penelitian ini memberikan hasil yang berbeda pada EPEC dan ETEC. Konsentrasi yang efektif adalah konsentrasi terendah yang memberikan hasil berbeda signifikan secara statistic dengan hasil uji pada konsentrasi minimalnya (3,125%). Konsentrasi ekstrak etil asetat lerak yang efektif untuk menghambat pertumbuhan ETEC adalah 25% (8,1 mm), sedangkan untuk EPEC adalah 12,5% (13.9 mm).



Gambar2. Perbedaan potensi ekstrak etil asetat lerak sebagai anti- *Escherichia coli*

Hasil penelitian (Gambar 2) menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat memiliki potensi yang berbeda sebagai anti-*Escherichia coli* yaitu terhadap ETEC dan EPEC. Hal ini diperkuat dengan uji T-tidak berpasangan yang menunjukkan hasil p value =0,000. Perbedaannya adalah ekstrak etil asetat lerak lebih baik dalam menghambat pertumbuhan EPEC dari pada ETEC. Perbedaan kemampuan anti bakteri ekstrak etil asetat lerak ini sejalan dengan hasil penelitian Alikhani et al (2013) yang menyatakan persentase resistensi EPEC lebih rendah bila dibandingkan ETEC dengan terhadap antibiotic ceftriaxone, cefexime, tetracycline, gentamycin, norfloxacin dan ciprofloxacin. Hal serupa juga ditunjukkan oleh penelitian Ochoa-Zarzosa (2011) yang menyatakan pada konsentrasi maksimal (30 mg) efek anti bakteri *Lactarius indigo* lebih besar terhadap EPEC dibandingkan ETEC.

Hal yang menyebabkan perbedaan efek anti *Escherichia coli* ini dimungkinkan karena perbedaan struktur sel keduanya. ETEC memiliki factor kolonisasi yaitu protein fimbrial yang lebih tebal dan dikendalikan oleh CFA (*colonization factor antigen*),CS (*coli surface antigen*) atau PCF (*putative colonization factor*). Protein fimbrial ETEC lebih panjang dan tebal sehingga memudahkan untuk kolonisasi antar bakteri (Kaper, 2004). Kolonisasi antar bakteri merupakan langkah awal untuk membentuk *quorum sensing* yang pada akhirnya memunculkan fenotif spesifik terutama dalam virulensi bakteri salah satunya adalah kekebalan terhadap antibakteri (Tinaz, 2003).

IV. KESIMPULAN

Ekstrak etil asetat memiliki potensi sebagai anti-*Escherichia coli*. Potensi ekstrak ini berbeda secara signifikan dalam menghambat pertumbuhan ETEC dan EPEC, yaitu lebih baik dalam menghambat pertumbuhan EPEC.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Ajizah, A. 2004. Sensitivitas *Salmonella typhimurium* Terhadap Ekstrak Daun *Psidium guajava* L. *Bioscientiae*, 1 (1) hal 3 – 38.
- Alikhani, M.Y., S. H. Hashemi, M. M. Aslani, S. Farajnia. 2013. Prevalence and antibiotic resistance patterns of diarrheagenic *Escherichia coli* isolated from adolescents and adults in Hamedan, Western Iran. *Iran Journal of Microbiology*. Vol 5 No.1.
- Cushnie, T, Andrew J. Lamb, 2005, Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*. The Robert Gordon University. Vol.26: 343-356
- Davis, W.W and Stout, T.R. 1971. Disc Plate Methods of Microbiological Antibiotic Assay. *Microbiology*. Vol 22 (4): 659-665.
- Ferreira, B., P. Rafael, O. Mendes, C. Sorandra, Rodrigues, C. Gracielly, M. Rocha, J. Caroline, de A. Royo, Vanessa, M. Valério, A. de Oliveira, Dario. 2012. Antibacterial activity tannin-rich fraction from leaves of *Anacardium humile*. *Ciência Rural*. Vol. 42, No. 10
- Fitri. 2007. Pengaruh Penambahan Daun Salam (*Eugenia polyantha* Wight) Terhadap Kualitas Mikrobiologi, Kualitas Organoleptis dan Daya Simpan Telur Asin Pada Suhu Kamar. Skripsi. FMIPA. UNS
- Jawetz, E., Y. L. Melnick, dan E. A. Adelberg. 2005. Mikrobiologi Kedokteran. Jakarta : EGC

- Kaper, J.B., J. P.Nataro and H.L.T.Mobley. 2004. Pathogenic *Escherichia coli*. *Nature reviews* Vol 2. Hal 123-140.
- Nuria, M.C. A.Faizatun, dan Sumantri. 2009. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, Dan *Salmonella typhi* ATCC 1408. *Mediagro*. Vol 5. No 2.
- Ochoa-Zarzosa, A. Ma.S. Vázquez-Garcidueñas, V.A. Robinson-Fuentes, and G. Vázquez-Marrufo. 2011. Antibacterial and cytotoxic activity from basidiocarp extracts of the edible mushroom *Lactarius indigo* (Schw.) Fr. (Russulaceae). *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* Vol. 5 No. 2.
- Paju, N., P. V. J. Yamlean, dan N. Kojong. 2013. Uji Efektivitas Salep Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) pada Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) yang Terinfeksi Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Farmasi – UNSRAT* Vol. 2 No. 01.
- Santoso, S, Budiarti, N, Rasyid, H.A. 2010. Uji Efek Antimikroba Ekstrak Etanol Buah Lerak (*Sapindus rarak*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Shigella dysenteriae* Secara In Vitro. Malang : Universitas Brawijaya.
- Sari,Y.D., S.N. djannah, L.H.Nurani. 2010. Uji Aktivitas Antibakteri infusa Daun sirsak (*Anona muricata* L). secara in vitro terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dan *Escherichia coli* ATCC 35218 serta profil Kromatografi Lapis Tipisnya. *KesMas*. Vol 4 No 3.
- Tinaz,G.B. 2003. Quorum Sensing in Gram-Negative Bacteria. *Turk J. Biol.* Vol 27.Hal 85-93.
- Udarno, L. 2009. Lerak (*Sapindus rarak*) Tanaman Industri Pengganti Sabun. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri* 2 (15). Bogor : Badan Penelitian dan Pengembangan Perkebunan
- Ushimaru, P.I. M. T. Nogueira da Silva, L. C. Di Stasi, L. Barbosa, A.F. Junior. 2007. Antibacterial Activity Of Medicinal Plant Extracts. *Brazilian Journal of Microbiology*. Vol 38:717-719
- Widiana, R., G. Indriati, dan N. Harsinta. 2013. Daya Hambat Ekstrak Daun Mengkudu (*Morinda Citrifolia* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Penyebab Diare. Padang : STKIP PGRI Sumatera Barat Padang.
- Winarsih, S., S. Hidayati dan R. Sulistyaningsih. 2011. Uji Efektivitas Dekok Kulit Buah Klerak (*Sapindus rarak*) Sebagai Antibakteri Terhadap Methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) Secara In Vitro. Malang: Universitas Brawijaya.