

Efektivitas Ekstrak Daun dan Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) sebagai Antibakteri *Xanthomonas campestris* Penyebab Penyakit Busuk Hitam pada Tanaman Kubis

Effectiveness of Leaves and Seeds Extract of Jatropha curcas against the Cause of Rot Black Disease on Cabbage Xanthomonas campestris

Ryan Dita Pratama*, Yuliani, Guntur Trimulyono

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

*e-mail: ryand.dita@yahoo.com

ABSTRAK

Xanthomonas campestris adalah bakteri Gram negatif yang mengakibatkan penyakit busuk hitam pada tanaman kubis. Pengendalian penyakit ini biasanya menggunakan pestisida sintetik, namun pestisida ini berdampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia. Oleh sebab itu diperlukan pengendalian yang bersifat ramah lingkungan dan aman dengan menggunakan ekstrak daun dan biji jarak pagar (*Jatropha curcas*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan ekstrak daun dan biji jarak pagar dan untuk mengetahui konsentrasi optimal ekstrak daun dan biji jarak pagar dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Xanthomonas campestris* secara *in vitro*. Rancangan penelitian menggunakan RAL dengan 5 variasi konsentrasi pada masing-masing ekstrak daun dan biji jarak pagar, yaitu 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%, serta kontrol positif kloramfenikol 5% dan kontrol negatif (akuades) dengan masing masing konsentrasi diulang sebanyak dua kali. Aktivitas antibakteri diuji dengan menggunakan metode difusi sumuran. Hasil yang didapat berupa diameter zona hambat yang dianalisis statistik menggunakan *one way* ANOVA dan dilanjutkan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun dan biji jarak dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Xanthomona scampestris*. Perlakuan ekstrak daun jarak pagar dengan konsentrasi 100% dan ekstrak biji jarak pagar dengan konsentrasi 100% paling optimal dalam menghambat bakteri *Xanthomonas campestris* dengan diameter sebesar $13,05 \pm 0,21$ mm, dan $6,50 \pm 0,28$ mm.

Kata kunci: ekstrak daun jarak pagar, ekstrak biji jarak pagar, *Xanthomonas campestris*

ABSTRACT

Xanthomonas campestris is a Gram-negative bacterium that causes black rot disease in cabbage. Control of this disease usually uses synthetic pesticides, but pesticides have a negative impact on the environment and human health. Therefore, control that are environmentally friendly and safe to apply are needed, using leaves and seeds extract of *Jatropha curcas*. The purposes of this study were to determine the ability of leaves and seeds extract of *Jatropha curcas* and to determine the optimal concentration of *Jatropha* leaves and seeds extract in inhibiting the growth of *Xanthomonas campestris* *in vitro*. The study design used Completely Random Design with 5 variations in the concentration of each extract, those are 20%, 40%, 60%, 80% and 100%, positive control using 5% chloramphenicol and negative control using distilled water within two repetitions. Analysis of antibacterial activity used well diffusion method. Data obtained were inhibition zone diameters and analyzed using one-way ANOVA and Duncan test. The results showed that leaves and seeds extract of *Jatropha curcas* can inhibit the growth of *Xanthomonas campestris*. The optimum concentration of *Jatropha* leaves extract was 100% with clear zone diameter of 13.05 ± 0.21 mm. *Jatropha* seed extract with 100% concentration was also optimum in inhibiting *Xanthomonas campestris* with clear zonediameter of 6.50 ± 0.28 mm.

Key words: *Jatropha curcas*, leaves extract, seeds extract, *Xanthomonas campestris*

PENDAHULUAN

Xanthomonas campestris adalah bakteri Gram negatif yang mengakibatkan penyakit busuk hitam pada tanaman kubis. Pengendalian penyakit busuk hitam pada tanaman kubis biasanya menggunakan pestisida sintetik, namun pestisida ini berdampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia yang ada di sekitarnya dan bagi orang yang mengkonsumsi. Oleh sebab

itu diperlukan pengendalian yang bersifat ramah lingkungan dan aman (Sofiana, 2001). Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) mengandung senyawa metabolit sekunder yang berfungsi sebagai antibakteri. Daun dan biji jarak mengandung fenol, terpenoid, flavonoid, saponin (Oskoueian *et al.*, 2011), dan alkaloid (Gupta *et al.*, 2011). Pada penelitian uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terhadap

bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella typhi*, menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun jarak pagar dapat menghambat bakteri *Staphylococcus aureus*, dengan konsentrasi 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Zona hambat paling besar terbentuk pada konsentrasi 100% sebesar 19 mm (Nuria, 2009). Berdasarkan penelitian Nurmillah (2009) diketahui bahwa ekstrak daun dan biji dapat menghasilkan zona hambat paling besar dibandingkan ekstrak kulit, batang, dan minyak biji jarak pagar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ekstrak daun dan biji jarak pagar berpengaruh terhadap pertumbuhan *Xanthomonas campestris* dan berapa konsentrasi optimal ekstrak daun dan biji jarak dalam menghambat pertumbuhan *Xanthomonas campestris*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Mei 2014. Pembuatan ekstrak *Jatropha curcas* dilakukan di Laboratorium Fisiologi dan pengujian antibakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA UNESA.

Bahan yang diperlukan meliputi ekstrak daun dan ekstrak biji jarak pagar, kultur murni bakteri *Xanthomonas campestris* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi UNAIR, etanol 96%, dan PDA (DIFCO). Adapun alat-alat yang digunakan meliputi rotary vacuum evaporator, autoklaf, laminar air flow, inkubator, dan alat-alat gelas.

Prosedur penelitian meliputi, pertama pembuatan ekstrak daun dan ekstrak biji jarak. Menimbang masing-masing 5 kg daun dan biji yang telah dikeringkan dan digiling secara terpisah direndam dengan etanol 96% selama 48

jam. Pada 24 jam pertama perbandingan etanol dan serbuk 3:1, setelah itu disaring dan diambil filtratnya. Pada perendaman 24 jam kedua dan ketiga perbandingan etanol dan serbuk 2:1. Keseluruhan filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan rotary vacuum evaporator sehingga diperoleh ekstrakdaun dan ekstrak biji jarak.

Uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi sumuran. Lempeng agar yang telah memadat dilubangi dengan pelubang gabus berdiameter 6 mm, kemudian lubang sumuran diisi dengan ekstrak sebanyak 50 µL, kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 24 jam dan mengamati zona hambat yang terbentuk. Analisis data dilakukan menggunakan uji one way ANOVA dan dilanjutkan uji Duncan untuk mengetahui perlakuan paling baik.

HASIL

Berdasarkan uji efektifitas ekstrak daun dan biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) diperoleh data bahwa ekstrak daun jarak pagar menghasilkan zona hambat terhadap bakteri *Xanthomonas campestris* begitu juga dengan ekstrak biji jarak. Kedua ekstrak tersebut dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Xanthomonas campestris* pada konsentrasi tertentu. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak daun jarak pagar ditunjukkan pada Tabel 1.

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan pengaruh konsentrasi ekstrak daun jarak terhadap pertumbuhan bakteri *Xanthomonas campestris* yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat. Zona hambat terbentuk pada konsentrasi 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% (Gambar 1).

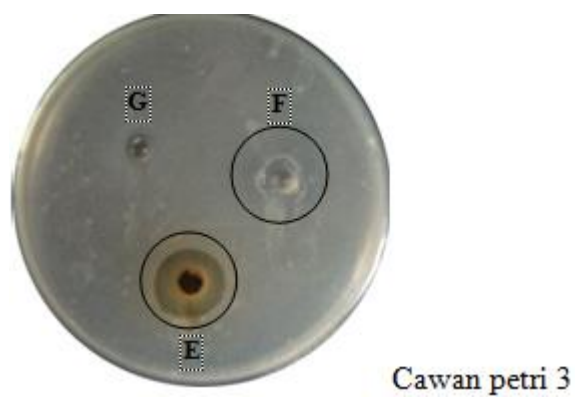
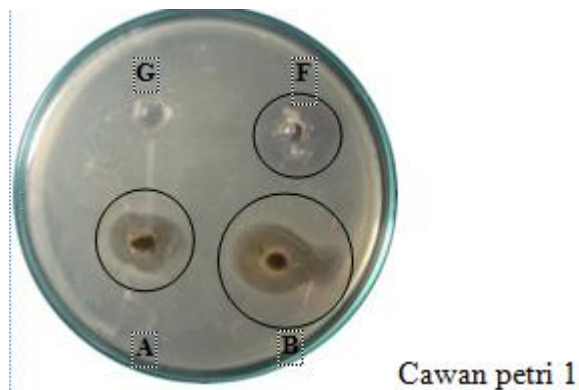
Tabel 1. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) terhadap Bakteri *Xanthomonas campestris*

No	Konsentrasi Ekstrak Daun Jarak	Rata-rata Diameter Zona Hambat (mm)
1	20%	8,717± 0,32 ^b
2	40%	9,15 ± 0,35 ^c
3	60%	10,60 ± 0,28 ^d
4	80%	11,90 ± 0,28 ^e
5	100%	13,05 ± 0,21 ^f
6	Kontrol positif (Kloramfenikol 5%)	14,80 ± 0,35 ^g
7	Kontrol negatif (Akuades)	0 ^a

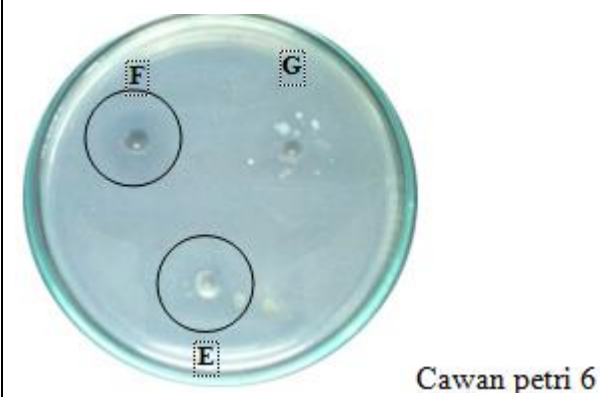
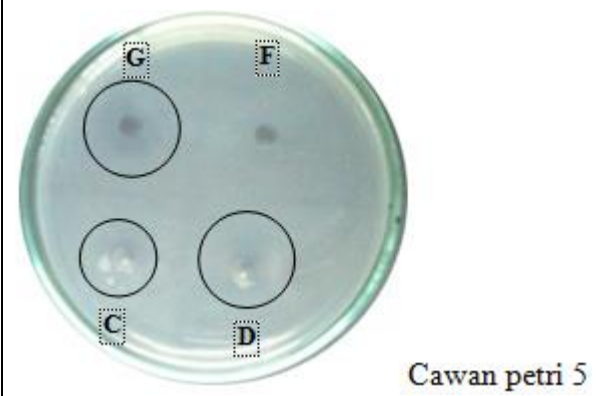
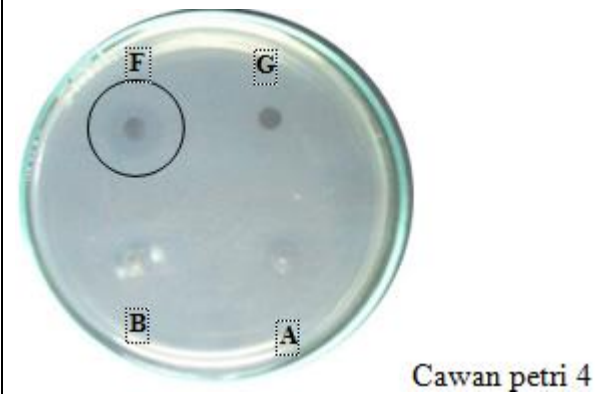
Keterangan:

Notasi abcdef merupakan hasil dari uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95% apabila notasi uji Duncan sama menunjukkan tidak beda nyata dan bila notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata

Zona hambat ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha curcas*)
Terhadap bakteri *Xanthomonas campestris*



Zona hambat ekstrak biji jarak pagar (*Jatropha curcas*)
Terhadap bakteri *Xanthomonas campestris*



Gambar 1. Dokumentasi pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak daun *Jatropha curcas* dan ekstrak biji *Jatropha curcas* terhadap diameter zona hambat bakteri *Xanthomonas campestris*.

Keterangan:

A: Konsentrasi ekstrak *Jatropha curcas* L 20%; B: Konsentrasi 40%; C: Konsentrasi 60%; D: Konsentrasi 80%; E: Konsentrasi 100%; F: Kontrol positif kloramfenikol; G: Kontrol negatif akuades.

Data tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan ANOVA dengan taraf signifikansi (α) 0,05, dan diperoleh nilai F hitung sebesar 619,754 dan F Tabel (4;5) sebesar 5,19. Nilai F hitung > F Tabel sehingga hasil uji menunjukkan ada pengaruh ekstrak daun jarak pagar terhadap zona hambat bakteri *Xanthomonas campestris*, kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perlakuan paling baik dari ekstrak daun jarak pagar.

Hasil uji statistik Duncan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antar perlakuan dengan rerata zona hambat. Rerata zona hambat terbesar pada konsentrasi 100% sebesar $13,05 \pm 0,21$ mm dan rerata zona hambat terkecil pada konsentrasi 20% sebesar $8,72 \pm 0,32$ mm. Konsentrasi 100% merupakan konsentrasi optimal pada ekstrak daun jarak. Kontrol negatif tidak menghasilkan zona hambat. Kontrol negatif (akuades) dengan notasi a berbeda nyata dengan semua perlakuan, yaitu pada konsentrasi 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Kontrol positif dengan notasi g berbeda nyata dengan semua perlakuan. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak biji jarak terhadap bakteri *Xanthomonas campestris*, dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak biji jarak (*Jatropha curcas*) terhadap bakteri *Xanthomonas campestris*

No	Konsentrasi Ekstrak Biji Jarak	Rata-rata Diameter Zona Hambat (mm)
1	20%	0 ^a
2	40%	0 ^a
3	60%	$4,50 \pm 0,14^b$
4	80%	$5,45 \pm 0,07^c$
5	100%	$6,50 \pm 0,28^d$
6	Kontrol positif (Kloramfenikol 5%)	$15,10 \pm 0,78^e$
7	Kontrol negatif (Akuades)	0 ^a

Keterangan:

Notasi abcdmerupakan hasil dari uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95% apabila notasi uji Duncan sama menunjukkan tidak beda nyata dan bila notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan pengaruh konsentrasi ekstrak biji jarak pagar terhadap pertumbuhan bakteri *Xanthomonas campestris* yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat. Zona hambat terbentuk pada konsentrasi 60%, 80%, dan 100% ditunjukkan Gambar 1. Data tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan ANOVA dengan taraf signifikansi (α) 0,05, dan diperoleh nilai F hitung sebesar 508,674 dan F Tabel (4;5) sebesar 5,19. Nilai F hitung > F Tabel sehingga hasil menunjukkan bahwa data ada

pengaruh ekstrak biji jarak pagar terhadap zona hambat bakteri *Xanthomonas campestris*, kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perlakuan paling baik dari ekstrak biji jarak pagar.

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini ekstrak yang dipakai adalah ekstrak daun dan biji jarak pagar dengan berbagai konsentrasi yaitu konsentrasi 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Pada ekstrak daun semua konsentrasi menghasilkan zona hambat. Konsentrasi 20% menghasilkan zona hambat paling kecil sebesar $8,72 \pm 0,32$ mm, dan konsentrasi 100% menghasilkan zona hambat paling besar sebesar $13,05 \pm 0,35$ mm. Pada ekstrak biji zona hambat terbentuk pada konsentrasi 60%, 80%, dan 100%. Konsentrasi 60% menghasilkan zona hambat sebesar $4,50 \pm 0,14$ mm dan konsentrasi 100% menghasilkan zona hambat paling besar sebesar $6,50 \pm 0,28$ mm.

Ekstrak daun dan biji jarak pagar sama-sama menghasilkan zona hambat. Zona hambat merupakan tempat dimana pertumbuhan bakteri terhambat yang menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri (Schlegel dan Schmidt, 1994). Berdasarkan data yang diperoleh diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi semakin besar zona hambat yang terbentuk begitu juga sebaliknya semakin rendah konsentrasi semakin kecil zona hambat yang terbentuk.

Zona hambat yang terbentuk karena ekstrak daun mengandung senyawa metabolit sekunder yang bersifat antibakteri. Berdasarkan uji fitokimia yang telah dilakukan diketahui bahwa ekstrak daun dan biji jarak pagar mengandung senyawa fenol, terpenoid, flavonoid, alkaloid, dan saponin.

Berdasarkan data ekstrak daun lebih efektif dibandingkan ekstrak biji. Hal ini dikarenakan perbedaan kadar rata-rata senyawa aktif (Made, dkk., 2013). Kadar senyawa aktif yaitu metabolit sekunder pada ekstrak daun lebih tinggi dibandingkan pada ekstrak biji. Hal ini berarti pada konsentrasi yang sama pada ekstrak daun dan biji memiliki kadar senyawa metabolit yang berbeda.

Ekstrak daun memiliki kadar senyawa metabolit sekunder lebih tinggi dibanding ekstrak biji dikarenakan daun merupakan organ tempat terjadinya fotosintesis, dimana pada proses fotosintesis menghasilkan karbohidrat, lemak, dan asam amino paling banyak dibandingkan dengan organ lainnya. Metabolit sekunder terbentuk dari metabolit primer yang dihasilkan dari hasil fotosintesis. Biosintesis metabolit sekunder sangat beragam tergantung dari jenis dan golongan

senyawa yang bersangkutan. Jalur yang dilalui dalam pembentukan metabolit sekunder ada tiga jalur, yaitu jalur asam sikimat, jalur asam asetat, dan jalur asam mevalonat. Dari ketiga jalur metabolisme tersebut akan terbentuk senyawa turunannya seperti fenol, flavonoid, terpenoid, alkaloid, dan saponin (Bruneton, 1999)

Berdasarkan penelitian Setyaningsih, dkk (2013) diperoleh data bahwa kandungan air, abu, dan karbohidrat di daun dua kali lebih banyak dibandingkan pada biji dan kulit buah jarak pagar. Kandungan air pada daun sebesar 9,31% sedangkan pada biji sebesar 6,73%. Kandungan air sangat menentukan pembentukan karbohidrat dan karbohidrat menentukan pembentukan senyawa metabolit sekunder. Kandungan abu pada daun sebesar 10,58% sedangkan pada biji sebesar 4,75%. Besarnya kandungan abu dapat mempengaruhi kandungan mineral bahan lain termasuk kandungan senyawa metabolit sekunder. Kandungan karbohidrat pada daun sebesar 20,04% sedangkan pada biji 9,88%. Proses pembentukan senyawa metabolit sekunder bersumber dari air, abu, karbohidrat, dan lemak. Sehingga semakin tinggi kadar air, abu, dan karbohidrat semakin tinggi kandungan senyawa metabolit sekundernya (Setyaningsih dkk, 2013).

Abu, lemak, dan karbohidrat merupakan senyawa karbon yang sama-sama tersusun atas atom C. Karbohidrat dan abu merupakan senyawa yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Pada daun kandungan kedua bahan tersebut sangat tinggi sehingga dalam pembentukannya di daun memiliki jalur metabolisme primer yang banyak dimana pada pembentukan metabolit primer terdapat banyak jalur untuk pembentukan metabolit sekunder. Dalam proses fotosintesis terdapat beberapa jalur yang dapat membentuk metabolit sekunder seperti jalur asam mevalonat, jalur asam malonat, dan jalur asam sikimat, yang masing-masing jalur akan membentuk senyawa yang berbeda (Setyaningsih dkk, 2013).

Bakteri yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri *Xanthomonas campestris*. Bakteri *Xanthomonas campestris* merupakan bakteri Gram negatif yang memiliki lapisan peptidoglikan sebesar 5-10% (Pelczar dan Chan, 2008). Bakteri gram negatif, memiliki membran luar yang terdiri dari tiga lapis yaitu lipoprotein, lipopolisakarida (LPS), dan fosfolipid. Porin adalah protein transmembran yang berbentuk saluran (Tortora *et al.*, 2007).

Mekanisme senyawa metabolit sekunder pada jarak pagar berbeda-beda. Penghambatan pertumbuhan bakteri oleh senyawa metabolit sekunder dimulai dari membran sel, dinding sel,

dan komponen sel. Penghambatan pada membran sel dilakukan oleh senyawa flavonoid dan fenol. Senyawa flavonoid bersifat lipofilik yang akan merusak membran bakteri. Mekanisme kerja flavonoid sebagai antibakteri adalah membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan terlarut sehingga dapat merusak membran sel bakteri dan diikuti dengan keluarnya senyawa intraseluler (Nuria dkk., 2009). Senyawa fenolik dapat memutuskan ikatan peptidoglikan ketika melewati dinding sel (Pelczar dan Chan, 2008).

Senyawa alkaloid dapat menghambat pembentukan peptidoglikan pada sel bakteri sehingga lapisan dinding sel pada sel bakteri tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel (Robinson, 1995). Senyawa terpenoid bersifat mudah larut dalam lipid. Hal tersebut mengakibatkan senyawa terpenoid lebih mudah menembus dinding sel bakteri baik pada bakteri Gram positif maupun Gram negatif (Siregar, 2012). Rusaknya porin mengakibatkan sel bakteri akan kekurangan nutrisi sehingga pertumbuhan bakteri tersebut terhambat (Rachmawati dkk., 2011). Dinding sel yang rusak menyebabkan senyawa metabolit sekunder dapat masuk ke dalam membran sel dan mengakibatkan kerusakan sel. Mekanisme senyawa terpenoid sebagai antibakteri dengan membentuk ikatan polimer yang kuat dengan porin sehingga mengakibatkan rusaknya porin tersebut.

Senyawa saponin dapat menghambat sintesis protein karena terakumulasi dan menyebabkan kerusakan komponen-komponen penyusun sel bakteri (Brooks *et al.*, 2001). Sintesis protein merupakan proses metabolisme utama pada bakteri yang sangat berhubungan langsung dengan kelangsungan hidup bakteri dimana rusaknya komponen sel terutama rusaknya DNA, RNA, dan protein memegang peranan amat penting dalam sel. Hal tersebut mengakibatkan kerusakan total pada sel sehingga bakteri tidak bisa replikasi karena lisis (Amrulloh, 2008).

Mekanisme senyawa metabolit sekunder pada jarak pagar berbeda-beda dan masing-masing memiliki mekanisme hambat yang spesifik. Berbagai mekanisme senyawa metabolit sekunder tersebut saling bersinergis sehingga menyebabkan sel bakteri mengalami kerusakan yang berakibat sel bakteri lisis.

Pada penelitian ini menggunakan kontrol negatif akuades. Kontrol negatif diperlukan karena digunakan sebagai pembanding, yaitu membandingkan antara perlakuan ekstrak dengan akuades. Ekstrak daun maupun biji jarak pagar yang dilarutkan menggunakan akuades perlu diuji bahwa akuades tidak mempengaruhi

dalam menghasilkan zona hambat. Berdasarkan data diketahui bahwa kontrol negatif akuades tidak menghasilkan zona hambat.

Kontrol positif yang digunakan dalam penelitian ini adalah kloramfenikol 5%. Kontrol positif diperlukan sebagai pembanding sama halnya dengan kontrol negatif. Hal ini digunakan untuk membandingkan perlakuan ekstrak dengan antibiotik murni (kloramfenikol). Kloramfenikol merupakan antibiotik yang berspektrum luas sehingga dapat menghambat bakteri Gram positif dan Gram negatif (Pelczar dan Chan, 2008). Pada penelitian ini antibiotik kloramfenikol membentuk zona hambat sebesar $14,80 \pm 0,35$ mm dan $15,10 \pm 0,78$ mm. Hal ini karena kloramfenikol merupakan senyawa murni yang bersifat stabil.

Berdasarkan pembahasan diatas dapat diketahui bahwa konsentrasi optimal ekstrak daun jarak pagar sebagai bakterisida adalah 100% karena berdasarkan hasil uji statistik Duncan diperoleh data bahwa konsentrasi 100% berbeda nyata dengan konsentrasi 80%, 60%, 40%, dan 20%. Konsentrasi optimal pada ekstrak biji jarak pagar untuk membuat bakterisida adalah 100% karena berdasarkan hasil uji Duncan diperoleh data bahwa konsentrasi 100% berbeda nyata dengan konsentrasi 80%, 60%, 40%, dan 20%.

SIMPULAN

Konsentrasi optimal ekstrak daun jarak untuk membuat biopestisida adalah 100% karena berdasarkan hasil uji secara in vitro didapatkan zona hambat paling besar sebesar $13,05 \pm 0,21$ mm. Konsentrasi optimal pada ekstrak biji jarak untuk membuat biopestisida adalah 100% karena berdasarkan hasil uji secara in vitro didapatkan zona hambat paling besar sebesar $6,50 \pm 0,28$ mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrulloh I, 2008. Uji Potensi Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) sebagai Antimikrobia terhadap Bakteri *Xanthomonas oryzae* dan Jamur *Fusarium oxysporum*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Malang: Jurusan Biologi FSAINTEK UIN.
- Bruneton J, 1999, Pharmacognosy - Phytochemistry - Medicinal Plants, Second, Lavoisier. *Microgram*, (1) Second, Secausus USA, Lavoisier Pub. Inc. c/o Springer Verlag.
- Brooks G F, Butel J S dan Morse, 2001. *Mikrobiologi Kedokteran*. Terjemahan Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Jakarta: Salemba Medika.
- Gupta M S, Arif M, dan Ahmed Z. Antimicrobial activity in leaf, seed extract and seed oil of *Jatropha curcas* L. *Journal of Applied and Natural Science*, 3 (1): 102-105.
- Leoniyanto A. M, 2011. Keefektifan kompos yang diperkaya dengan asam humat dan bakteri aktivator untuk mengendalikan penyakit rebah kecambah (*Damping Off*) yang disebabkan oleh *Fusarium sp.* pada tanaman tomat. Web publication. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/46540>. Diunduh 5 Februari 2013.
- Made Y S, Mahatmi H, Besung, I Nengah Kerta, 2013. Daya Hambat Perasan Daun Sambilotto Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Indonesia Medicus Veterinus*, 2(2) : 142 - 150.
- Nuria M C, Faizatun A, dan Sumantri, 2009. Uji Aktifitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Salmonella typhi* ATCC 1408. *Media Grow*, (5): 26-37.
- Nurmillah O Y, 2009. *Kajian aktivitas antioksidan dan antimikroba ekstrak biji, kulit buah, batang dan daun tanaman jarak pagar (Jatropha curcas L.)*. Web publication <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/19639>. Diunduh 7 November 2013.
- Oskoueian E, Abdullah N, Ahmad S, Saad W Z, Omar A R, dan Ho Y W, 2011. Bioactive Compounds and Biological Activities of *Jatropha curcas* L. Kernel Meal Extract. *Int J Mol Sci*, 12(9): 5955-5970.
- Pelczar M J dan Chan E C S, 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 1*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Rachmawati F, Nuria M C, dan Sumantri, 2011. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak kloroform Ekstrak etanol pegagan (*Cantela asiatica* L urb) serta Identifikasi senyawa aktifnya. Web publication. <http://www.unwahas.ac.id/publikasiilmiah/index.php/ilmuFarmasidanklinik/article/view/372>. Diunduh 2 September 2013.
- Robinson T, 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung Press.
- Schlegel H G dan Schmidt, 1994. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Siregar A F, Sabdono A, dan Pringgenies D, 2012. Potensi Antibakteri Ekstrak Rumpun Laut terhadap Bakteri Penyakit Kulit *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Micrococcus luteus*. *Journal of marine research*, (1): 152-160.
- Setyaningsih D, Nurmillah O Y dan Windarwati S, 2013. *Kajian Aktivitas Antioksidan dan Antimikroba Ekstrak Biji, Kulit Buah, Batang dan Daun Tanaman Jarak Pagar (Jatropha Curcas L.)*. Web publication. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/19639>. Diunduh 7 November 2013.
- Sofiana D. 2001. *Pengaruh Pestisida Dalam Lingkungan Pertanian*. USU digital library

(<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/1106/1/fp-diana.pdf>). Web publication. Diunduh 3 September 2013.

Tortora G J B R, Funke, dan Case L. 2007. *Microbiology*. 9th edition. San Francisco.: Pearson Education.