

**UJI EFEKTIVITAS ASAM CUKA GLASIAL, CUKA APEL,
CUKA DAPUR, WHITE VINEGAR DAN CUKA MADU
TERHADAP PENEKANAN *Blood Disease Bacterium***

Oleh:

AFNI AULIA RAHMA

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2015

**UJI EFEKTIVITAS ASAM CUKA GLASIAL, CUKA APEL,
CUKA DAPUR, WHITE VINEGAR DAN CUKA MADU
TERHADAP PENEKANAN *Blood Disease Bacterium***

Oleh:

AFNI AULIA RAHMA

115040201111177

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata satu (S-1)**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

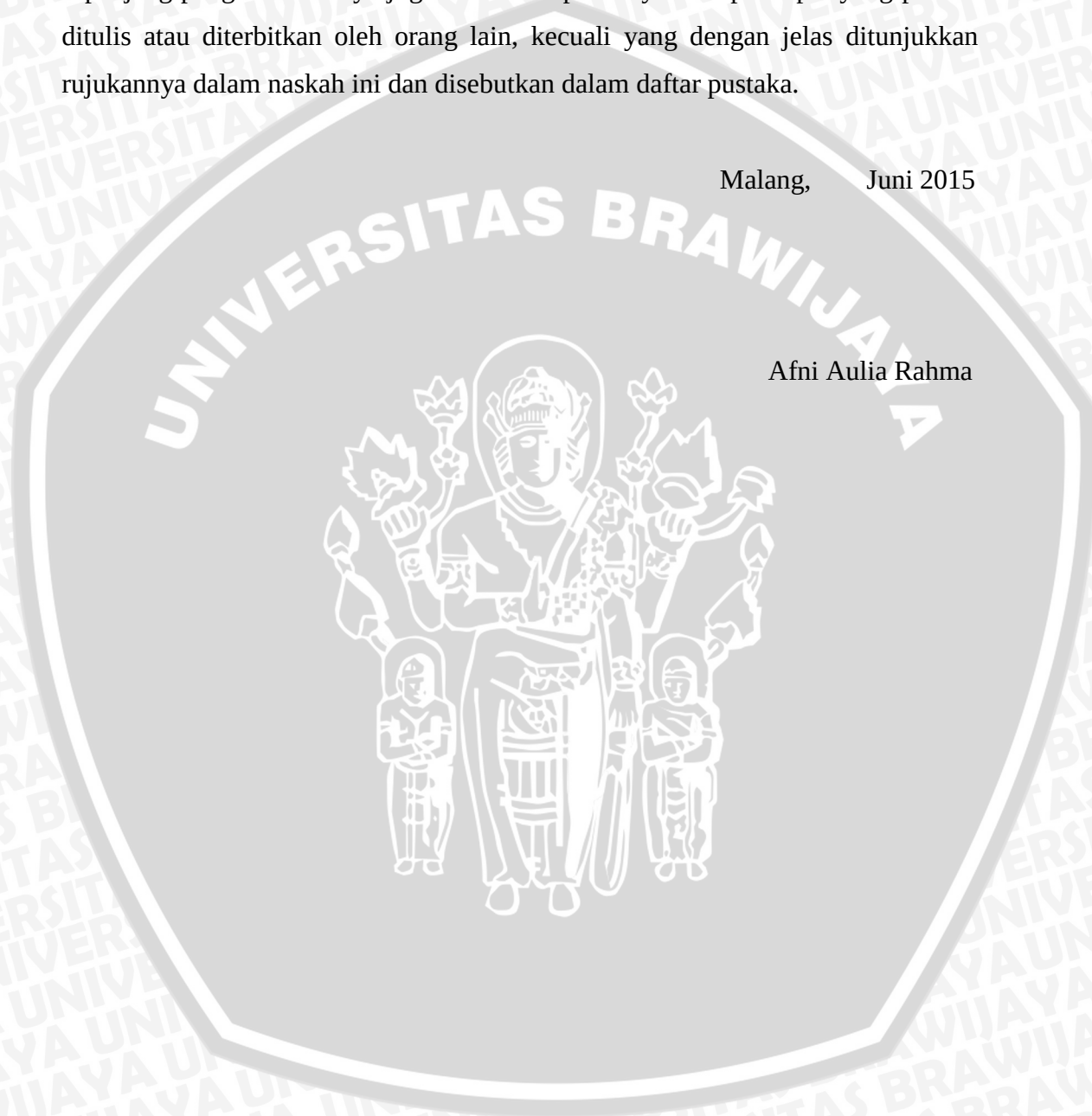
2015

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juni 2015

Afni Aulia Rahma



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Uji Efektifitas Asam Cuka Glasial, Cuka Apel, Cuka dapur, *White vinegar* dan Cuka Madu terhadap Penekanan *Blood Disease Bacterium*

Nama : Afni Aulia Rahma

NIM : 115040201111177

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D.
NIP. 19720919 199802 1 001

Prof. Dr. Ir. A. Latief Abadi. MS.
NIP. 19550821 198002 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU
NIP. 19550403 198303 1 003

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Muhammad Akhid Syib'li, SP. MP.
NIK. 201304 870826 1 001

Prof. Dr. Ir. A. Latief Abadi. MS.
NIP. 19550821 198002 1 002

Penguji III

Penguji IV

Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D.
NIP. 19720919 199802 1 001

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU
NIP. 19550403 198303 1 003

Tanggal Lulus:

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Skripsi ini kupersembahkan untuk

Kedua orang tua tercinta serta kakak

dan Adikku

tersayang

RINGKASAN

AFNI AULIA RAHMA. 115040201111177. UJI EFEKTIVITAS ASAM CUKA GLASIAL, CUKA APEL, CUKA DAPUR, WHITE VINEGAR DAN CUKA MADU TERHADAP PENEKANAN *Blood Disease Bacterium*. Dibawah bimbingan Luqman Qurata Aini, SP., MSi., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS., selaku Dosen Pembimbing Pendamping.

Pisang adalah komoditas hortikultura yang penting dan berpotensi tinggi untuk dikelola secara intensif di masa kini dan mendatang. Direktorat Jenderal Hortikultura (2014) tercatat bahwa produksi pisang dari tahun ke tahun mengalami naik turun, hal tersebut dikarenakan beberapa kendala serius, salah satunya karena adanya epidemi dari penyakit *Blood Disease Bacterium* (BDB). Pengendalian yang efektif dan ekonomis dengan memanfaatkan bahan yang berada pada dapur rumah tangga yaitu asam cuka menjadi alternatif pengendalian yang menarik untuk dikembangkan lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh asam cuka glasial, cuka apel, cuka dapur, *white vinegar*, dan cuka madu dalam menekan pertumbuhan *Blood Disease Bacterium*. Sedangkan hipotesis yang diajukan adalah macam-macam asam cuka tersebut mampu menekan pertumbuhan *Blood Disease Bacterium* pada uji sensitivitas antibakteri dan uji penekanan pada buah pisang. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan menjadi sumber informasi bahwa macam-macam asam cuka tersebut mampu menekan pertumbuhan *Blood Disease Bacterium* penyebab penyakit darah pada pisang.

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2014 sampai dengan bulan April 2015 di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur. Dalam penelitian ini dilakukan dua metode uji yaitu uji sensitivitas antibakteri dan uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang. Uji sensitivitas antibakteri menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 15 macam perlakuan yaitu CG 1 (asam cuka glasial 2,5%), CG 2 (asam cuka glasial 3%), CG 3 (asam cuka glasial 3,5%), CA 1 (cuka apel 2%), CA 2 (cuka apel 2,5%), CA 3 (cuka apel 3%), CD 1 (cuka dapur 2,5%), CD 2 (cuka dapur 3%), CD 3 (cuka dapur 3,5%), CM 1 (cuka madu 2,5%), CM 2 (cuka madu 3%), CM 3 (cuka madu 3,5%), WV 1 (*white vinegar* 2,5%), WV 2 (*white vinegar* 3%) dan WV 3 (*white vinegar* 3,5%). Perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Kontrol terdiri dari K1 (alkohol), K2 (aquades) dan K3 (streptomisin). Uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang menggunakan RAL dengan 16 macam perlakuan yaitu UP (kontrol BDB), UP CG 1 (asam cuka glasial 2,5% dan BDB), UP CG 2 (asam cuka glasial 3% dan BDB), UP CG 3 (asam cuka glasial 3,5% dan BDB), UP CA 1 (cuka apel 2% dan BDB), UP CA 2 (cuka apel 2,5% dan BDB), UP CA 3 (cuka apel 3% dan BDB), UP CD 1 (cuka dapur 2,5% dan BDB), UP CD 2 (cuka dapur 3% dan BDB), UP CD 3 (cuka dapur 3,5% dan BDB), UP CM 1 (cuka madu 2,5% dan BDB), UP CM 2 (cuka madu 3% dan BDB), UP CM 3 (cuka madu 3,5% dan BDB), UP WV 1 (*white vinegar* 2,5% dan BDB), UP WV 2 (*white vinegar* 3% dan BDB) dan UP WV 3 (*white vinegar* 3,5% dan BDB). Kontrol terdiri dari UP K1 (alkohol), UP K2 (aquades) dan UP K3 (streptomisin). Perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Hasil uji sensitifitas antibakteri dapat diketahui bahwa cuka glasial, cuka apel, cuka dapur, *white vinegar*, dan cuka madu mampu menekan pertumbuhan BDB. Dan pada uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang dapat diketahui bahwa perlakuan cuka glasial dan cuka apel 3.5% dapat menekan pertumbuhan BDB pada buah pisang, sedangkan perlakuan cuka apel 2.5% dan 3%, cuka dapur 2.5%, 3% dan 3.5%, *white vinegar* 2.5%, 3%, dan 3.5%, serta cuka madu 2.5%, 3% dan 3.5% tidak mampu menekan pertumbuhan BDB.



SUMMARY

AFNI AULIA RAHMA. 115040201111177. EFFECTIVITY TEST OF GLACIAL ACETIC ACID, APPLE VINEGAR, KITCHEN VINEGAR, WHITE VINEGAR AND HONEY VINEGAR TO SUPPRESSION Blood Disease *Bacterium*. Supervised by Luqman Qurata Aini, SP., MSi., Ph.D. and Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.

Bananas are an important horticultural commodities and high potential to be managed intensively in the present and future. Directorate of Horticulture (2014) noted that banana production from year to year are having up and down, that is because some serious obstacles, one of which was due to an epidemic of the disease *Blood Disease Bacterium* (BDB). An effective and economical control by making use of the materials in the household kitchen is acetic acid become interesting control alternatives to be developed further. This research aims to know the influence of the acetic acid in suppressing the growth of BDB. While the proposed hypothesis all kinds of that vinear was able to suppress the growth of the Blood Disease Bacterium in antibacterial sensitivity tests and in emphasis on bananas tests. The presence of this study are expected to be the source of information that all kinds of that vinegar was able to suppress the growth of the BDB causes blood disease on bananas.

This research was implemented on November 2014 until April 2015 in the laboratory of plant disease, Department of plant disease and pest, Faculty of agriculture, University of Brawijaya, Malang, East Java. In this study conducted two test methods namely antibacterial sensitivity tests and test BDB growth emphasis on bananas. Antibacterial sensitivity test using a complete Randomized Design (RAL) with 15 kinds of treatment i.e. CG glacial vinegar 1 (2.5%), CG 2 (3%) glacial vinegar, vinegar acid (3 CG glacial 3.5%), CA 1 (2%), Apple vinegar CA 2 (2.5%), Apple vinegar, CA 3 (3%), Apple vinegar CD 1 (2.5%), kitchen vinegar CD 2 (3%), kitchen vinegar CD 3 (3.5%) kitchen vinegar , 1 CM (2.5%), honey vinegar CM 2 (3%), honey vinegar CM 3 (3.5%), honey vinegar WV white vinegar 1 (2.5%), WV 2 (white vinegar 3%) and WV 3 white vinegar (3.5%). The treatment was repeated 3 times. Control consists of K1 (alcohol), K2 (aquades) and K3 (streptomycin). Growth suppression test BDB on banana fruit using RAL with 16 kinds of treatment that is UP (control BDB), UP CG 1 (vinegar acid glacial 2.5% and BDB), UP CG 2 (vinegar acid 3% and glacial BDB), UP CG 3 (vinegar acid glacial 3.5% and BDB), UP CA 1 (2% Apple vinegar and BDB), UP CA 2 (2.5% Apple vinegar and BDB), UP CA 3 (3% apple vinegar and BDB) , UP CD 1 (2.5% kitchen and vinegar BDB) UP CD 2 (3% apple vinegar and BDB), UP CD 3 (3.5% Apple vinegar and BDB), UP to 1 CM (2.5% of the honey and vinegar BDB), UP CM 2 (vinegar honey 3% and BDB), UP CM 3 (3.5% of the honey and vinegar BDB), UP WV 1 (white vinegar 2.5% and BDB), UP WV 2 (white vinegar 3% and BDB) and UP WV 3 (white vinegar 3.5% and BDB). The controls consist of UP K1 (alcohol), UP K2 (aquades) and UP K3 (streptomycin). The treatment was repeated 3 times.

Antibacterial sensitivity of the test results can be known that glacial vinegar, apple vinegar, kitchen vinegar, *white vinegar* and honey vinegar was able to suppress the growth of BDB. And on the growth suppression test BDB on banana fruit can ben known that glacial vinegar and apple vinegar 3.5% treatment

can suppress the growth of the BDB on fruit banana, while treatment of apple vinegar 2.5% and 3%, kitchen vinegar 2.5%, 3% and 3.5%, *white vinegar* 2.5%, 3% and 3.5%, honey vinegar 2.5%, 3% and 3.5% can't to suppress the growth of BDB



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul “UJI EFEKTIVITAS ASAM CUKA GLASIAL, CUKA APEL, CUKA DAPUR, *WHITE VINEGAR* DAN CUKA MADU TERHADAP PENEKANAN *Blood Disease Bacterium*”.

Penulis menyadari telah banyak menerima bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih banyak atas segala bantuan dari semua pihak, terutama kepada Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D. dan Prof. Dr. Ir. A. Latief Abadi, MS selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat dan bimbingan kepada penulis. Kepada Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada Bapak Widji dan Ibu Mashuda Nurillah, selaku Kedua Orang tua dan Kakak Azmi Ilham Ramadhan serta Adik Nadifah Wida Yasmin yang selalu memberikan dukungan dan doanya kepada penulis. Juga kepada Afifah, Fanani, Ajeng Devi, Adisti, Dara, Fitri, Irianti, Eka, Ima, Novia, Yohana, Mbak Isti, Mbak Adis dan Agung W. serta teman-teman Agroekoteknologi 2011 dan seluruh pihak yang telah memberikan ilmu, bantuan, dukungan kerja sama selama ini. Dan tak lupa pula kepada teman kos JTS 30B Etri, Bella, Kiki dan Rika serta sahabat saya Holifa, Erlita, Yogia dan Dewi atas dukungan, doa dan semangatnya

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran bagi ilmu pengetahuan. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini terdapat kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun diharapkan dapat menyempurnakan skripsi ini.

Malang, Juni 2015

Afni Aulia Rahma

Riwayat hidup

Penulis dilahirkan di Pasuruan pada tanggal 26 Februari 1993 sebagai putri kedua dari dua bersaudara dari Bapak Widji dan Ibu Mashuda Nurillah.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Ranuklindungan II 01/05 Grati, Pasuruan pada tahun 1999-2005. Kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 2 Grati pada tahun 2005-2008. Pada tahun 2008-2011 penulis studi di SMAN 1 Grati. Pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Minat Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, melalui jalur Undangan.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif dalam kepanitiaan Musyawarah Besar dan Pemilihan Ketua HIMADATA (Himpunan Mahasiswa Budidaya Pertanian) pada tahun 2012.



DAFTAR ISI

PERNYATAAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERUNTUKKAN	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR	ix
RIWAYAT HIDUP	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Hipotesis	3
1.4 Manfaat	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Pisang	4
2.2 Penyakit Darah pada Tanaman Pisang	5
2.3 Asam Cuka	8
2.4 Pengujian Sensitivitas Antibakteri	9
III. METODE PELAKSANAAN	
3.1 Tempat dan Waktu	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian	11
3.4 Pelaksanaan Penelitian	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Uji pada Media Selektif (TZC)	17
4.2 Uji Patogenisitas	18
4.3 Pengujian Sensitivitas Antibakteri	18

4.4 Uji Penekanan Pertumbuhan BDB pada Buah Pisang	26
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	39



DAFTAR TABEL

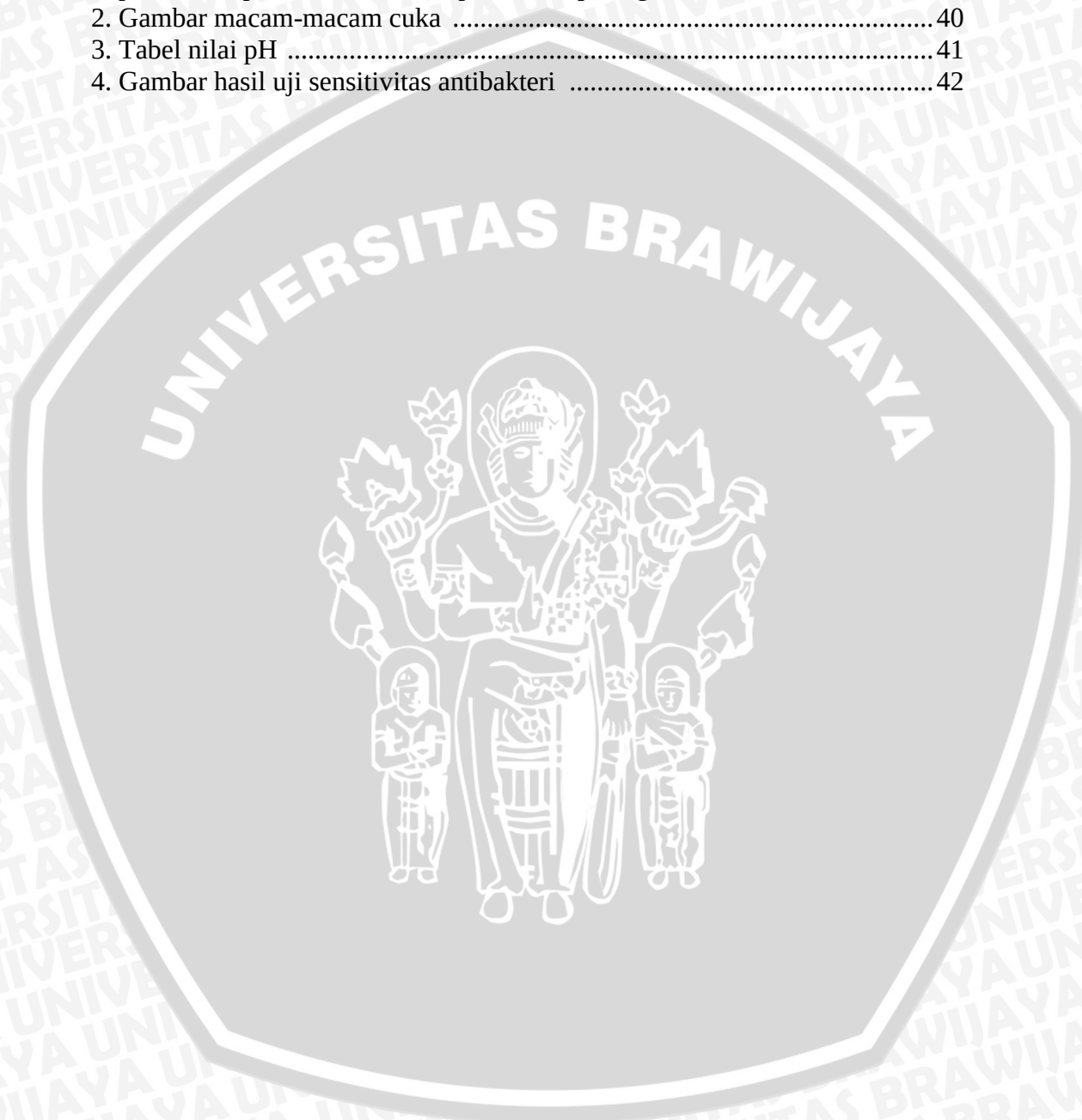
Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan berbagai jenis dan konsentrasi cuka pada pengujian sensitivitas antibakteri	12
2.	Perlakuan berbagai jenis dan konsentrasi cuka pada uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang	12
3.	Penghambatan berbagai macam dan konsentrasi cuka terhadap pertumbuhan BDB	19
4.	Hasil Uji Penekanan Pertumbuhan BDB pada Buah Pisang	26

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tanaman Pisang	4
2.	Gejala BDB pada bagian tanaman pisang	7
3.	Koloni BDB berwarna merah pada media TZC	17
4.	Hasil uji patogenisitas pada buah pisang	18
5.	Perbandingan hasil uji sensitivitas antibakteri	25
6.	Hasil uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang	31

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tabel analisis ragam uji sensitivitas antibakteri dan tabel uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang	39
2.	Gambar macam-macam cuka	40
3.	Tabel nilai pH	41
4.	Gambar hasil uji sensitivitas antibakteri	42



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pisang adalah komoditas hortikultura yang penting dan berpotensi tinggi untuk dikelola secara intensif di masa kini dan mendatang. Berdasarkan Direktorat Jenderal Hortikultura (2014) tercatat bahwa produksi pisang dari tahun ke tahun mengalami naik turun yaitu pada tahun 2011 tercatat produksi sebesar 6,132,695 ton, pada tahun 2012 produksi meningkat, sebesar 6,189,043 ton dan pada tahun 2013 mengalami penurunan yaitu sebesar 5,359,115. Hal tersebut disebabkan dalam usaha budidaya tanaman ini ditemukan beberapa kendala serius, salah satunya karena adanya epidemi dari patogen. Salah satu patogen yang menyerang tanaman pisang adalah jenis bakteri yang dapat menyebabkan tanaman layu. Bakteri penyebab penyakit ini dapat menyebabkan kehilangan hasil produksi tanaman pisang sebesar 20-100%.

Penyakit darah yang disebabkan *Blood Disease Bacterium* (BDB) merupakan penyakit yang menempati urutan pertama dalam daftar prioritas penyakit tanaman pisang di Indonesia. Penyakit ini bersifat mematikan dengan menginfeksi jaringan pembuluh secara sistemik. Perkembangan dan penyebaran penyakit ini tergolong sangat cepat. Cepatnya perkembangan dan penyebaran penyakit darah disebabkan oleh salah satunya serangga vektor yang menjadi pengunjung bunga jantan pada jantung pisang. Gejala penyakit dijumpai pada semua stadia tumbuh dan menyerang seluruh bagian tanaman. Hal ini merupakan tantangan bagi pengembang pisang karena hampir semua jenis tanaman pisang yang dibudidayakan rentan terhadap BDB (Sulyo, 1992).

Pengendalian yang efektif perlu dilakukan untuk mengendalikan penyakit darah pada pisang agar produksi pisang bisa mencapai optimal. Diantaranya yang telah dilakukan yaitu mencabut rumpun yang sakit, memilih bibit dari perdu yang sehat, pemeliharaan dan pemupukan dengan baik, pengelolaan irigasi dan aplikasi larutan formalin 10% selama 10 menit pada parang tanaman (Semangun, 1989). Penggunaan bahan kimia sintetis tentu mampu membunuh patogen ini, tetapi mikroba bermanfaat yang lain juga terkena dampaknya, ditambah dengan adanya

residu kimianya yang berbahaya bagi manusia. Pengendalian yang efektif dan ekonomis dengan memanfaatkan bahan yang berada pada dapur rumah tangga yaitu asam cuka menjadi alternatif pengendalian yang menarik untuk dikembangkan lebih lanjut.

Di Negara maju berbagai macam upaya telah dilakukan dalam pengendalian patogen yang disebabkan oleh bakteri. Salah satunya dengan menggunakan asam cuka. Pada tahun 2014 di Amerika menemukan bahwa asam cuka membunuh bakteri dan kemudian menunjukkan bahwa asam cuka adalah agen antibakteri yang efektif, murah dan tidak beracun. Cortesia dkk. (2014) menemukan bahwa asam cuka secara efisien membunuh bakteri pada tingkat konsentrasi keasaman sebesar 6%. Kemampuan asam cuka dalam membunuh bakteri selain ditunjang oleh pH, juga didukung dengan adanya mikroorganisme yang terlibat dalam pembuatan asam cuka yaitu *Saccharomyces* merupakan kingdom dari jamur yang berguna untuk menghasilkan alkohol dan *Acetobacter* yang merupakan genus bakteri penghasil asam asetat. Dengan adanya pengaruh kedua mikroorganisme tersebut dalam pembuatan asam cuka serta penggunaan larutan konsentrasi asam cuka yang tepat, kemungkinan kecil akan berdampak berbahaya pada lingkungan dan manusia.

Asam cuka pernah digunakan untuk membunuh kuman penyebab TBC (Cortesia dkk., 2014). Cuka mempunyai banyak jenis yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan berasal dari jenis-jenis bahan baku yang berbeda juga, diantaranya adalah cuka apel, cuka dapur, cuka madu dan *white vinegar* yang merupakan cuka dapur import. Penelitian mengenai penekanan bakteri patogen tanaman dengan menggunakan berbagai macam asam cuka sampai saat ini di Indonesia masih sedikit dilakukan. Potensi yang dimiliki asam cuka sebagai antibakteri diharapkan dapat menjadi suatu kajian penelitian yang menarik jika diuji pada patogen tanaman khususnya BDB.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh asam cuka glasial, cuka apel, cuka dapur, *white vinegar*, dan cuka madu dalam menekan pertumbuhan *Blood Disease Bacterium* pada uji sensitivitas antibakteri dan uji penekanan pada buah pisang.

1.4 Hipotesis

1. Asam cuka glasial, cuka apel, cuka dapur, *white vinegar*, dan cuka madu mampu menekan pertumbuhan *Blood Disease Bacterium* pada uji sensitivitas antibakteri.
2. Asam cuka glasial, cuka apel, cuka dapur, *white vinegar*, dan cuka madu mampu menekan pertumbuhan *Blood Disease Bacterium* pada uji penekanan pada buah pisang.

1.5 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi sumber informasi bahwa asam cuka glasial, cuka apel, cuka dapur, *white vinegar* dan cuka madu mampu menekan pertumbuhan *Blood Disease Bacterium* penyebab penyakit darah pada buah pisang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Pisang



Gambar 1. Pohon Pisang (Dokumentasi pribadi, 2015)

Pisang adalah tanaman yang berasal dari kawasan Asia Tenggara (termasuk Indonesia). Tanaman buah ini kemudian menyebar luas ke kawasan Afrika (Madagaskar), Amerika Selatan dan Amerika Tengah. Penyebaran tanaman ini selanjutnya hampir merata ke seluruh dunia, yakni meliputi daerah tropis dan sub tropis, dimulai dari Asia Tenggara ke Timur melalui Lautan Teduh sampai ke Hawaii. Selain itu, tanaman pisang menyebar ke Barat melalui Samudera Atlantik, Kepulauan Kanari sampai Benua Amerika (Stover dan Simmonds, 1987).

Pisang dapat digolongkan menjadi 4 jenis, antara lain: (1) Pisang yang dimakan buahnya tanpa dimasak, yaitu *M. paradisiaca* var. *Sapientum*, *M. nana* atau disebut juga *M. cavendishii*, *M. sinensis*, contohnya pisang ambon, susu, raja cavendish, barangan dan mas. (2) Pisang yang dimakan setelah buahnya dimasak, yaitu *M. Parasidiacaformatypica* atau disebut juga *M. parasidiaca normalis*, contohnya pisang nangka, tanduk dan kepok. (3) Pisang berbiji, yaitu *M. brachycarpa* yang di Indonesia dimanfaatkan daunnya, contohnya pisang batu dan klutuk. (4) Pisang yang diambil seratnya, contohnya pisang manila (Prihatman, 2000).

Tanaman pisang diklasifikasikan sebagai divisi Spermatophyta, sub divisi Angiospermae, kelas Monocotyledonae, famili Musaceae, genus Musa, dan

spesies *Musa paradisiaca* L. (Tjitrosoepomo, 2000). Pisang merupakan tanaman semak yang berbatang semu (*pseudostem*), yang memiliki akar serabut, tingginya bervariasi antara 1- 4 meter tergantung varietasnya. Tanaman bersifat merumpun (tumbuh anakan). Daunnya lebar, panjang, tulang daunnya besar, dan tepi daunnya tidak mempunyai ikatan yang kompak sehingga mudah robek bila terkena tiupan angin kencang. Batang berbonggol (umbi) berukuran besar dan memiliki banyak mata tunas yang dapat tumbuh menjadi tunas anakan. Bunganya tunggal, keluar pada ujung batang dan hanya sekali berbunga selama hidupnya (*monokarpik*). Bunga pisang disebut jantung dengan ciri-ciri berwarna merah tua, tetapi ada pula yang berwarna kuning dan ungu. Setiap jantung terdiri dari satu atau banyak bakal buah (sisir). Setiap sisir dilindungi oleh sebuah daun kelopak. Bunganya sempurna dan buah dihasilkan dari hasil persilangan melalui serangga penyerbuk (Sunarjono, 2006).

Pisang termasuk buah klimaterik yang artinya memiliki fase perkembangan, dengan meningkatnya ukuran buah dan meningkatnya kadar karbohidrat yang terakumulasi dalam bentuk pati. Pertumbuhan terhenti saat buah telah benar-benar ranum dan fase pematangan buah terhambat. Selama fase pematangan, kekerasan buah menurun, pati berubah menjadi gula, warna kulit berubah dari hijau menjadi kuning dan kekelatan pada buah hilang, berkembang menjadi *flavor* dengan karakteristik yang khas (Stover dan Simmonds, 1987).

2.2 Penyakit Darah pada Tanaman Pisang

Penyakit darah merupakan penyebab utama turunnya produksi pisang di Indonesia. Menurut Supriadi (2005), penyakit darah ini disebabkan oleh *Blood disease bacterium* (BDB). Sampai tahun 1999 sebaran penyakit BDB (*Blood disease bacterium*) telah dilaporkan di Sumatera Barat (Hermanto dkk., 1998; Setyobudi & Hermanto, 1999), enam tahun kemudian dilaporkan bahwa tanaman pisang di Nagari Tabek Panjang, Bungo Koto Tuo, Simarasok, Padang Tarok dan Koto Tinggi, Kecamatan Baso yang merupakan sentra pertanaman pisang di dataran tinggi Kabupaten Agam Sumatera Barat telah terserang BDB dengan kategori berat hingga puso (Janimar, 2005).

Taksonomi yang tepat untuk menyatakan nama bakteri penyebab penyakit darah pada tanaman pisang sampai saat ini belum ada, sehingga penyebutan nama bakteri ini hanya digunakan nama umum saja yaitu penyakit darah (Molina, 2005). Dinamakan penyakit darah karena bila batang pisang yang terserang dipotong, pada bidang potongan keluar lendir (ooze) bakteri yang berwarna kemerahan menyerupai darah (Semangun, 1989).

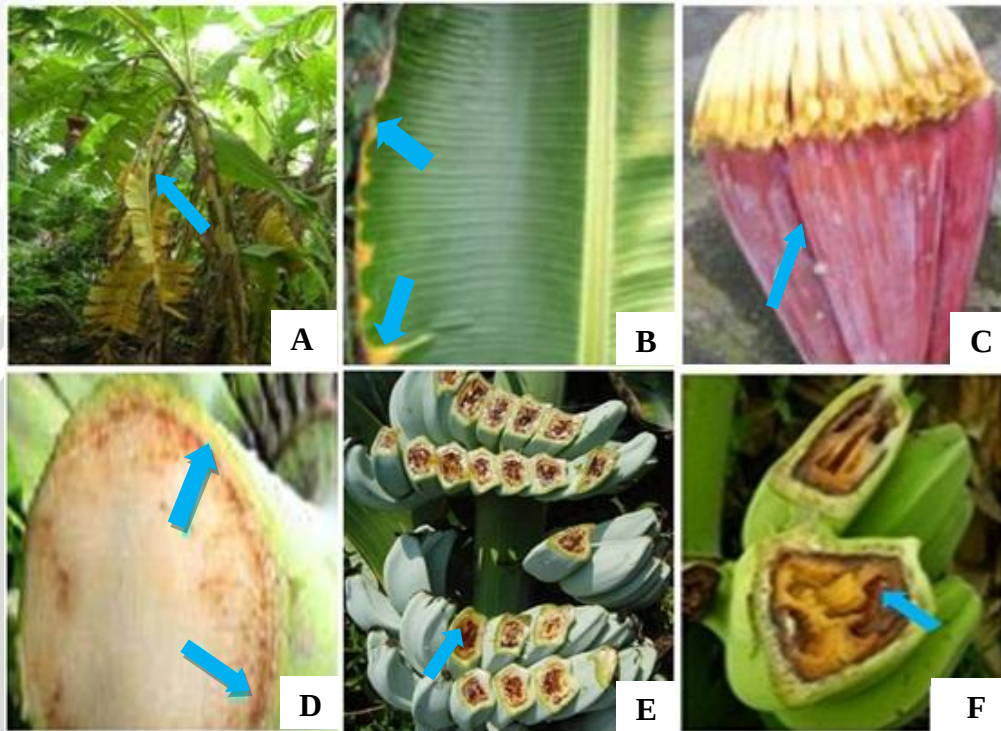
Di Indonesia, awalnya dikenal dengan nama *Pseudomonas celebencis*, lalu berubah menjadi *Pseudomonas solanacearum*, kemudian berganti menjadi *Ralstonia solanacearum* setelah ditetapkan bahwa bakteri ini masuk dalam genus *Ralstonia*. Penemuan terakhir berdasarkan kajian filotipe, BDB ternyata tidak masuk dalam spesies *solanacearum* karena tidak menginfeksi tanaman *Solanaceae*. BDB termasuk dalam filotipe IV sedangkan *Ralstonia solanacearum* masuk dalam filotype II (Fegan, 2005).

Perkembangan dan penyebaran penyakit ini tergolong sangat cepat. Cepatnya perkembangan dan penyebaran penyakit darah disebabkan oleh salah satunya serangga vektor yang menjadi pengunjung bunga jantan pada jantung pisang (Anonim^a, 2007). Mekanisme penularan BDB adalah melalui serangga pengunjung bunga pisang. Pisang kepok memiliki fase pembentukan bunga jantan yang terbuka dan tidak terlindungi oleh brakatea sehingga menjadi bukaan alami bagi BDB yang terbawa oleh serangga vektor untuk menginfeksi pisang kepok (Edy, 2008).

Beberapa peneliti melaporkan adanya indikasi yang kuat bahwa serangga berperan penting dalam penyebaran penyakit darah (Maryam dkk., 1994; Soguilon dkk., 1995; Setyobudi & Hermanto, 1999). Bakteri yang terbawa serangga kemudian melakukan penetrasi pada nekartoda atau luka pada bunga pisang yang tidak menjadi buah, BDB dapat pula menginfeksi melalui perakaran (Rustam, 2007). Bakteri masuk ke dalam jaringan akar tanaman melalui lubang alami, luka buatan akibat pertanian, maupun luka akibat tusukan stilet nematode.

Menurut Leiwakabessy (1999), *Trigona* spp. merupakan jenis serangga yang dilaporkan sering mengunjungi bunga pisang serta menjadi agen penular penyakit darah pada pertanaman pisang. Hasil observasi di pertanaman pisang

yang terserang berat BDB di dataran tinggi (Tabek Panjang, Kecamatan Baso, Kabupaten Agam, Propinsi Sumatera Barat) menunjukkan adanya dua jenis serangga yang paling sering mengunjungi bunga pisang yaitu *Trigona* spp. (Apidae) dan *Drosophila* spp (Mairawita dkk., 2012).



Gambar 2. Gejala pada bagian tanaman pisang (A) Tanaman pisang yang terserang BDB, (B) lamina daun yang menguning, (C) bunga atau jantung yang terdapat cairan bakteri, (D) pseudostem berubah warna menjadi merah atau coklat pada pembuluh vascular, (E & F) buah yang mengalami perubahan warna (*discoloration*) internal dan membusuk (Hadiwiyono, 2011).

Gejala penyakit darah pada tanaman pisang biasanya ditunjukkan oleh pelepah daun melemah kemudian patah pada bagian pangkalnya sehingga daun terlihat patah menggantung. Warna daun menjadi kuning kemudian nekrosis dan kering. Kulit buah sering tampak normal, kadang-kadang ada yang tampak kuning terlalu awal dan menghitam. Kalau buah dipotong, bagian dalam buah kelihatan berwarna merah kecoklatan atau menjadi busuk berlendir (Tjahjono dan EdenGreen 1988, Satari dan Sumarauw 1990, EdenGreen dan Sastraatmadja 1990).

Patogen penyakit darah dapat menyerang berbagai jenis pisang seperti pisang Ambon, pisang Nangka, dan pisang Mas, pisang Raja dan pisang Kepok (Eden-Green dan Sastraatmadja, 1990). Tetapi dari berbagai jenis pisang

tersebut, yang paling dominan diserang oleh BDB adalah pisang kepok karena kadar gula bunga pisang kepok tergolong lebih tinggi (24,81-27,93%) dari kadar gula jenis pisang lainnya (Setyobudi & Hermanto, 1999).

2.3 Asam cuka

Menurut Hardoyo dkk. (2007) asam asetat atau lebih dikenal sebagai asam cuka (CH_3COOH) adalah suatu senyawa berbentuk cairan, tak berwarna, berbau menyengat, memiliki rasa asam yang tajam dan larut didalam air, alkohol, gliserol, eter. Pada tekanan atmosferik, titik didihnya 118.1°C . Asam asetat mempunyai aplikasi yang sangat luas di bidang industri dan pangan. Untuk kebutuhan pangan, produksi asam asetat harus dilakukan melalui proses biologis, salah satunya adalah fermentasi dari bahan baku alkohol. Fermentasi asam cuka atau asam asetat pada dasarnya merupakan fermentasi lanjut produk fermentasi alkohol. Waluyo (1984) mengatakan bahwa pembuatan larutan asam cuka melibatkan dua tahap proses yaitu tahap pertama adalah proses anaerobik atau bisa disebut fermentasi alkohol yang pada dasarnya merupakan suatu cara produksi alkohol (etanol). Menurut Schmidt (1994) produsen utama alkohol adalah ragi terutama dari stam *Saccharomyces cerevisiae*. Dalam lingkungan terisolasi dari udara, organisme ini meragikan karbohidrat menjadi etanol dan karbondioksida.

Pada tahap pertama fermentasi alkohol digunakan ragi, sedangkan fermentasi lanjut alkohol yaitu fermentasi asam cuka yang dilakukan dengan menggunakan bakteri dari genus *Acetobacter* (Hardoyo, dkk. 2007). Menurut Waluyo (1984) tahap kedua dari pembuatan larutan asam cuka adalah proses oksidasi alkohol menjadi asam asetat, oksidasi tersebut merupakan reaksi aerobik yang berlangsung melalui bakteri asam asetat. Setelah alkohol terbentuk, alkohol tersebut akan dioksidasi oleh *Acetobacter* dan menjadi asam cuka serta H_2O . Proses perubahan alkohol menjadi asam asetat dan H_2O disebut sebagai proses asetifikasi (Salle, 1961).

Acetobacter adalah sebuah genus bakteri penghasil asam asetat, ditandai dengan kemampuannya mengubah etanol (alkohol) menjadi asam asetat (asam

cuka) dengan bantuan udara. Ada beberapa bakteri dari golongan lain yang mampu menghasilkan asam asetat dalam kondisi tertentu, namun semua anggota genus *Acetobacter* dikenal memiliki kemampuan ini (Lay, 1994). *Acetobacter* termasuk ke dalam kingdom Bacteria, filum Proteobacteria, kelas Alphaproteobacteria, ordo Rhodospirillales, family Acetobacteraceae, genus *Acetobacter*. Bakteri ini termasuk bakteri gram negatif yang bergerak lambat dengan flagella peritrik, mengoksidasi etanol menjadi asam asetat dan laktat, dapat tumbuh optimal bila pH nya 5.4-6.3 serta tumbuh pada suhu 25 - 30°C. Fermentasi asam asetat dilakukan oleh bakteri asam asetat terhadap larutan yang mengandung alkohol (Bergey, 1994).

Setelah fermentasi pembuatan asam asetat berjalan dengan sempurna, tempat penyimpanan harus ditutup dengan baik dan dihindari masuknya oksigen, karena jika terkontaminasi dengan udara, enzim-enzim bakteri asam asetat akan merombak asam asetat sehingga menghasilkan gas karbondioksida dan air (Waluyo, 1984). Menurut Daulay dan Rahman (1992), kriteria mutu vinegar yang utama adalah asam asetatnya, cuka memiliki daya simpan yang lama disebabkan kandungan asetatnya. Menurut penelitian yang pernah dilakukan "*The Vinegar Institute*", masa simpan cuka tidak terdefinisikan. Karena kondisinya yang asam, cuka tidak memerlukan bahan pengawet dan penyimpanan pada suhu rendah.

Cuka mempunyai banyak jenis yang sering digunakan sehari-hari dan berasal dari jenis-jenis bahan baku yang berbeda juga. Cuka ini sering dibuat dari bahan buah-buahan dan bahan yang lain yang mempunyai kandungan gula dan dapat difermentasi, diantaranya cuka apel yang merupakan hasil fermentasi asam asetat dan alkohol dari buah apel. Cuka dapur yang merupakan salah satu produk cuka yang memenuhi standar kualitas makanan dan dijual bebas di pasaran. Cuka madu yang merupakan hasil fermentasi madu dengan kandungan asam yang standart. Cuka putih (*white vinegar*) atau cuka masak yang merupakan cuka hasil import dimana kandungan asam asetatnya adalah 5%.

2.4 Pengujian Sensitivitas Antibakteri

Uji sensitivitas antibakteri merupakan tes yang digunakan untuk menguji kepekaan suatu bakteri terhadap antibakteri. Uji sensitivitas bertujuan untuk

mengetahui efektivitas dari suatu antibiotik dalam membunuh bakteri. Pada prinsipnya uji sensitivitas terhadap antibakteri adalah penentuan kepekaan bakteri penyebab penyakit yang kemungkinan menunjukkan resistensi terhadap suatu antibakteri atau kemampuan suatu antibakteri untuk menghambat pertumbuhan bakteri yang tumbuh *in vitro*, sehingga dapat dipilih sebagai antibakteri yang berpotensi untuk pengobatan. Uji sensitivitas antibakteri dapat dilakukan dengan metode difusi dan metode pengenceran. Metode difusi dilakukan dengan mengukur diameter zona bening yang merupakan petunjuk adanya respon penghambatan pertumbuhan bakteri oleh suatu senyawa antibakteri (Hermawan dkk., 2007).

Berdasarkan Kusmiyati dan Ni Wayan (2007) metode difusi dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu metode silinder, metode lubang atau sumuran dan metode cakram kertas. Metode silinder dapat dilakukan dengan memasang silinder dari besi tahan karat atau porselen secara tegak lurus pada lapisan agar padat dalam cawan petri atau lempeng. Sehingga mikroorganisme yang ditambahkan dihambat pertumbuhannya pada daerah berupa lingkaran atau zona di sekeliling silinder yang berisi larutan antibiotik.

Metode lubang atau sumuran yaitu membuat lubang pada agar padat yang telah diinokulasi dengan bakteri. Jumlah dan letak lubang disesuaikan dengan tujuan penelitian, kemudian lubang diinjeksikan dengan ekstrak yang akan diuji. Setelah dilakukan inkubasi, pertumbuhan bakteri diamati untuk melihat ada tidaknya daerah hambatan di sekeliling lubang (Kusmiyati dan Ni Wayan, 2007).

Metode cakram kertas yaitu metode yang menggunakan cakram kertas yang telah diresapi antibiotik, desinfektan atau antiseptik diletakkan pada permukaan cawan yang telah diinokulasi dengan bakteri. Setelah diinkubasi dilakukan pengamatan terhadap adanya zona penghambatan atau daerah jernih di sekeliling cakram kertas. Ini menunjukkan organisme itu dihambat pertumbuhannya oleh senyawa antibiotika, desinfektan atau antiseptik yang diresap dari cakram kertas ke dalam agar (Kusmiyati dan Ni Wayan, 2007).

III. METODE PELAKSANAAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang, pada bulan November 2014 hingga April 2015.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor listrik, gelas ukur, panci, pisau, cawan Petri, jarum ose, api bunsen, timbangan, erlenmeyer, jarum suntik, botol media, jangka sorong, *autoclave*, *micropipet*, *cork borer*, *epENDORF*, *laminar air flow cabinet* (L AFC), pH meter dan kamera Olympus VR-320 series.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam cuka glasial, cuka apel (Diproduksi oleh: Global Mandiri Malang, Indonesia), cuka madu (Diproduksi oleh: Peternakan Lebah Rimba Raya Lawang, Indonesia), cuka dapur (Diproduksi oleh: PT. SIDOLA Sumedang, Indonesia), *white vinegar* (Diproduksi oleh: Woeber Mustard Manufacturing Company Tortola, British), *Blood Disease Bacterium* (BDB) yang diperoleh dari koleksi Laboratorium Bakteriologi Jurusan hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, buah pisang kepok, aquades steril, media nutrient agar (NA), media *tetrazolium clorida* (TZC), spirtus, tissue steril, streptomisin, dan alkohol 70% dan 96%.

3.3 Metode penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan dua metode uji yaitu uji sensitivitas antibakteri dan uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang. Uji sensitivitas antibakteri menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 15 macam perlakuan yang tersaji dalam tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perlakuan berbagai jenis dan konsentrasi cuka pada pengujian sensitivitas antibakteri

Perlakuan	Keterangan
US CG 1	Asam cuka glasial 2,5%
US CG 2	Asam cuka glasial 3%
US CG 3	Asam cuka glasial 3,5%
US CA 1	Cuka apel 2,5%
US CA 2	Cuka apel 3%
US CA 3	Cuka apel 3,5%
US CD 1	Cuka dapur 2,5%
US CD 2	Cuka dapur 3%
US CD 3	Cuka dapur 3,5%
US CM 1	Cuka madu 2,5%
US CM 2	Cuka madu 3%
US CM 3	Cuka madu 3,5%
US WV 1	White vinegar 2,5%
US WV 2	White vinegar 3%
US WV 3	White vinegar 3,5%

Perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Kontrol terdiri dari K1 (alkohol), K2 (aquades) dan K3 (streptomisin).

Uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang menggunakan RAL dengan 16 macam perlakuan yang tersaji dalam tabel 2 berikut:

Tabel 2. Perlakuan berbagai jenis dan konsentrasi cuka pada uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang

Perlakuan	Keterangan
UP	Kontrol BDB
UP CG 1	Asam cuka glasial 2,5% dan BDB
UP CG 2	Asam cuka glasial 3% dan BDB
UP CG 3	Asam cuka glasial 3,5% dan BDB
UP CA 1	Cuka apel 2,5% dan BDB
UP CA 2	Cuka apel 3% dan BDB
UP CA 3	Cuka apel 3,5% dan BDB
UP CD 1	Cuka dapur 2,5% dan BDB
UP CD 2	Cuka dapur 3% dan BDB
UP CD 3	Cuka dapur 3,5% dan BDB
UP CM 1	Cuka madu 2,5% dan BDB
UP CM 2	Cuka madu 3% dan BDB
UP CM 3	Cuka madu 3,5% dan BDB
UP WV 1	White vinegar 2,5% dan BDB
UP WV 2	White vinegar 3% dan BDB
UP WV 3	White vinegar 3,5% dan BDB

Kontrol terdiri dari UP K1 (alkohol), UP K2 (aquades) dan UP K3 (streptomisin).

Perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

3.4 Pelaksanaan penelitian

Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi merupakan kegiatan wajib dilakukan seorang peneliti. Sterilisasi merupakan proses untuk mematikan semua mikroorganisme yang hidup. Sterilisasi dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah sterilisasi basah dengan menggunakan *autoclave* yang menggunakan tekanan 15 lbs dan suhu 121°C, meskipun kadang-kadang digunakan suhu yang lebih rendah untuk media yang tidak tahan panas (Lay & Sugyo, 1992).

Sterilisasi peralatan dilakukan dengan cara mencuci bersih dengan antiseptic dan dibilas dengan air mengalir. Setelah itu, dikeringanginkan dan dibungkus dengan kertas. Kemudian diletakkan dalam kantong plastik tahan panas dan disterilisasi menggunakan *autoclave* selama 25 menit dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm untuk mematikan mikroorganisme yang ada pada peralatan yang akan digunakan.

Pembuatan Media Nutrient Agar (NA)

Fungsi media NA adalah sebagai media buatan biakan bakteri untuk perbanyakan dan peremajaan bakteri di media padat (Devi, 2013). Agar 18 gram dan *nutrient broth* 6 gram dilarutkan ke dalam 0,75 liter aquades dengan cara dididihkan dalam panci sambil diaduk. Kemudian dibagi ke dalam beberapa botol media. Botol-botol yang telah terisi media tersebut di sterilkan dalam *autoclave* pada temperatur 121°C selama 25 menit.

Pembuatan Media Tetrazolium Chloride (TZC)

Media TZC sebagai media selektif untuk bakteri BDB, yang mampu menghasilkan koloni berwarna merah. Agar 20 gram dilarutkan ke dalam 1 liter aquades dengan cara dididihkan dalam panci sambil diaduk. Setelah mendidih, 0,5 gram kasein hidrolisat, 5 gram pepton dan 2,5 gram glukosa ditambahkan. Kemudian dibagi ke dalam beberapa botol steril masing-masing berisi 100 ml media. Botol-botol yang telah terisi media tersebut di sterilkan dalam *autoclave* pada temperatur 121°C selama 25 menit. Sebelum dituang ke dalam Petri dicampurkan 0,001 l solution TZC ke dalam botol.

Uji Patogenisitas

Merupakan pengujian untuk membuktikan apakah suatu bakteri hasil isolasi termasuk patogen atau bukan (Tim Dosen Jurusan HPT, 2014). Pengujian dilakukan pada buah pisang kepok. Inokulum BDB dibiakkan dalam NA selama 24 jam. Kemudian dari biakan dibuat suspensi dengan aquades steril. Suspensi bakteri diatur dengan spektrofotometer pada Optical Density atau disingkat $OD_{660}=1$. Inokulasi dilakukan dengan menginjektikan suspensi inokulum BDB 1 ml/buah pada bagian tengah buah pisang. Sebagai kontrol, buah pisang yang lain diinokulasikan dengan aquades. Selanjutnya diamati hingga muncul gejala ± 3 hsi. Patogen yang diamati harus menimbulkan ciri-ciri gejala yang sama dengan yang diamati sebelumnya (Devi, 2013).

Standarisasi Larutan

Standarisasi merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan secara teliti konsentrasi suatu larutan. Proses penentuan konsentrasi suatu larutan harus dipastikan dengan tepat. Suatu larutan standar dapat disiapkan menggunakan suatu sampel zat terlarut yang diinginkan, yang diukur dengan tepat, dalam volume larutan yang diukur dengan tepat. Larutan terbentuk melalui pencampuran dua atau lebih zat murni yang molekulnya berinteraksi langsung dalam keadaan tercampur (Oxtoby dkk, 2001). Dalam hal ini konsentrasi larutan dibuat dengan cara dilakukan penambahan pelarut (aquades steril).

Pengujian Sensitivitas Antibakteri

Metode yang digunakan untuk pengujian sensitivitas antibakteri adalah metode difusi agar dengan lubang sumuran. Media yang digunakan adalah media NA dan dicairkan dengan cara dididihkan. Selanjutnya jika suhu media sudah menurun, 20 ml media NA dicampur dengan 100 μ l suspensi bakteri yang telah diatur dengan spektrofotometer pada $OD_{660}=1$, kemudian dituang ke dalam Petri. Setelah media memadat maka dibuat lubang sumuran dengan menggunakan *cork borer* yang memiliki diameter 0,5 cm (Baroroh, 2014).

Dalam pengujian sensitivitas antibakteri digunakan 15 kombinasi perlakuan yang tersaji dalam tabel 1. Pada pengujian sensitivitas antibakteri ini diberi 3 kontrol, yaitu alkohol 96% (C_2H_5OH), aquades (H_2O), dan streptomisin

($C_{21}H_{41}N_7O_{12}$). Kontrol alkohol 96% bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelarut yang digunakan untuk pembuatan ekstrak dalam menghambat pertumbuhan BDB, pemberian kontrol aquades bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh aquades pada zona hambat pertumbuhan BDB, sedangkan kontrol streptomisin bertujuan untuk membandingkan kemampuan aktivitas antibakteri sintetik dengan antibakteri dari asam cuka dalam menghambat BDB. Masing-masing kontrol dan cuka glacial, cuka apel, cuka dapur, cuka madu, serta white vinegar dengan konsentrasi berbeda dimasukkan kedalam lubang sumuran. Selanjutnya ditunggu hingga 24 jam selama 3 hari untuk diamati (Baroroh, 2014).

Uji Penekanan Pertumbuhan BDB pada Buah Pisang

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan asam cuka dalam menghambat pertumbuhan BDB secara langsung pada buah pisang. Uji penekanan pertumbuhan BDB dilakukan dengan cara menginjeksikan cuka glacial, cuka apel, cuka dapur, cuka madu, dan white vinegar dengan berbagai konsentrasi sebanyak 1000 μ l ke dalam buah pisang dan didiamkan selama satu jam agar meresap pada buah pisang. Kemudian suspensi BDB sebanyak 1000 μ l yang telah diatur dengan spektrofotometer pada $OD_{660}=1$ diinjeksikan ke dalam buah pisang yang telah diberi perlakuan berbagai macam dan konsentrasi cuka, selanjutnya ditunggu hingga ± 3 hsi untuk diamati.

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan terdiri dari data kuantitatif dan kualitatif. Pada uji sensitivitas antibakteri pengamatan masa inkubasi dilakukan setiap hari dihitung 24 jam setelah inokulasi patogen yang disertai inokulasi antibakteri. Pengamatan dilakukan sebanyak tiga kali selama 3 hari. Penilaian kemampuan asam cuka dalam menghambat pertumbuhan BDB dengan mengukur zona bening atau zona hambat disekitar lubang sumuran menggunakan jangka sorong secara vertikal dan horizontal, selanjutnya dirata-rata dalam millimeter sehingga diperoleh data kuantitatif zona hambat asam cuka terhadap pertumbuhan BDB (Pratiwi, 2005). Dokumentasi hasil pengamatan zona hambat merupakan data kualitatif yang diperoleh dari uji sensitivitas antibakteri.

Pengamatan uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang dilakukan terhadap daya hambat yang dihasilkan asam cuka dengan konsentrasi berbeda dalam menekan kerusakan jaringan pada buah pisang. Buah pisang dipotong melintang, Kemudian kerusakan jaringan diukur panjangnya menggunakan jangka sorong. Variabel yang diamati adalah panjang gejala kerusakan pada plasenta buah pisang. Dari perhitungan panjang plasenta buah pisang terserang BDB maka diperoleh variabel kuantitatif. Berdasarkan Devi (2013) untuk mendapatkan proporsi kerusakan plasenta buah digunakan rumus:

$$P = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan: P = Proporsi panjang gejala kerusakan plasenta buah (%)

A = Panjang gejala plasenta buah yang rusak (cm)

B = Panjang plasenta buah (cm)

Dokumentasi hasil pengamatan merupakan variabel kualitatif untuk menunjukkan tingkat penekanan pertumbuhan BDB oleh asam cuka yang diberikan. Pengambilan gambar dilakukan pada 3hsi.

Analisis Data

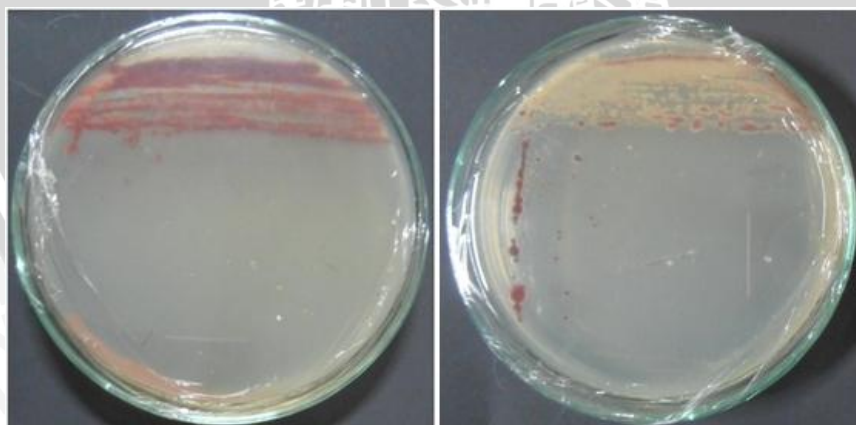
Pada uji sensitivitas antibakteri dan uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang, data yang diperoleh dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila hasil menunjukkan pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan Uji BNJ dengan taraf 5%. Perhitungan dilakukan dengan bantuan program SPSS.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji pada Media Selektif (TZC)

Isolat BDB yang digunakan berasal dari koleksi Laboratorium Bakteriologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Maka dari itu, dilakukan uji pada media TZC yang merupakan media selektif dari BDB dengan tujuan untuk mengetahui apakah isolat tersebut masih virulen dan memang benar-benar merupakan BDB yang dimaksud.

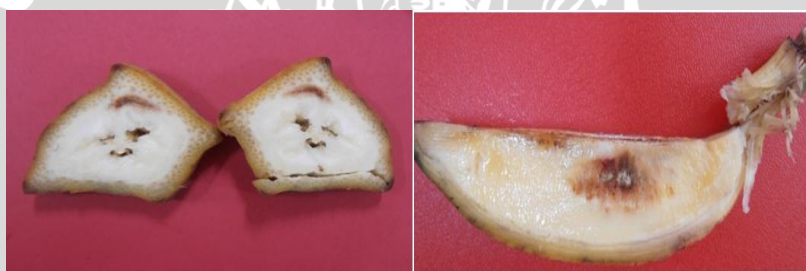
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa isolat BDB yang ditumbuhkan pada media TZC pada suhu ruang mula-mula koloni tumbuh berwarna putih bening tipis dan pada hari keempat setelah ditumbuhkan, koloni berwarna merah dan pada bagian pinggir berwarna putih bening. Menurut Baroroh (2014) karakter lain yang ditemukan pada TZC yaitu permukaan koloni cembung, berbentuk bulat, berukuran 1-5 mm. Selain itu, koloni BDB cenderung lengket pada media sehingga sedikit sulit jika diambil menggunakan jarum ose (Gambar 3). Karakter tersebut sesuai dengan Baharuddin (1994); Supriadi (1997) dan Eden Green dan Sastraatmadja (1990) yaitu BDB mempunyai bentuk koloni bulat (berukuran 2–5 mm), non-fluidal, agak lengket (*viscid*). Ciri koloninya yang cenderung lengket pada permukaan media sehingga agak sulit kalau diambil dengan jarum ose.



Gambar 3. Koloni BDB berwarna merah pada media TZC

4.2 Uji Patogenisitas

Uji patogenisitas dilakukan pada buah pisang yang telah diinokulasikan dengan isolat BDB. Pada tujuh hari setelah inokulasi (hsi), pengamatan dilakukan dengan membelah buah pisang secara vertikal dan horizontal. Buah yang dibelah menunjukkan gejala terjadi perubahan warna menjadi coklat kemerahan dan terdapat lendir berwarna merah, serta bakteri menyebar searah dengan panjang plasenta buah pisang (Gambar 4). Hal tersebut sesuai dengan yang dilaporkan penelitian sebelumnya Devi (2013) bahwa hasil uji patogenisitas BDB pada buah pisang menunjukkan gejala perubahan warna kuning hingga kecoklatan serta menimbulkan warna merah pada daging buah. Selain itu, gejala yang khas dari patogen ini yaitu BDB hanya mampu melakukan infeksi dan menyebar pada bagian plasenta buah. Hal tersebut membedakan gejala yang ditimbulkan oleh BDB dengan gejala yang ditimbulkan oleh patogen lain seperti *R. solanacearum*.



Gambar 4. Hasil uji patogenisitas pada buah pisang.

4.3 Pengujian Sensitivitas Antibakteri

Pada pengujian sensitivitas antibakteri parameter yang diamati adalah diameter zona bening disekitar lubang sumuran. Zona bening merupakan bentuk penghambatan (zona hambat) yang dihasilkan oleh cuka glasial, cuka apel, cuka dapur, *white vinegar* dan cuka madu. Zona hambat merupakan reaksi aktivitas antibakteri dari cuka glasial, cuka apel, cuka dapur, *white vinegar* dan cuka madu yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri.

Hasil uji sensitivitas antibakteri terhadap BDB diperoleh zona hambat yang berbeda, baik dari berbagai macam jenis dan konsentrasi cuka serta ketiga kontrol yaitu alkohol, aquades dan streptomisin. Hasil uji sensitivitas disajikan dalam Tabel 3 yang memberikan gambaran tingkat penghambatan pertumbuhan BDB oleh berbagai macam dan konsentrasi cuka yang diuji pada media NA dan diamati setelah 1 hsi selama 3 hari.

Tabel 3. Penghambatan berbagai macam dan konsentrasi cuka terhadap pertumbuhan BDB.

Perlakuan	Rerata Zona Hambat (mm)		
	1 HSI	2 HSI	3 HSI
Kontrol Alkohol	0.00 a	0.00 a	0.00 a
Kontrol Aquades	0.00 a	0.00 a	0.00 a
Kontrol Streptomisin	17.17 d	16.35 c	15.61 c
CG 2.5%	20.14 e	18.77 cd	18.00 c
CG 3%	21.9 e	19.76 d	18.39 c
CG 3.5%	22.73 e	19.62 d	18.86 c
CA 2.5%	21.20 e	18.40 d	16.84 c
CA 3%	21.46 e	18.75 cd	17.71 c
CA 3.5%	22.26 e	19.23 cd	17.99 c
CD 2.5%	20.99 e	18.06 d	16.50 c
CD 3%	21.07 e	17.10 cd	16.89 c
CD 3.5%	21.95 e	19.63 cd	17.95 c
WV 2.5%	20.06 e	17.81 cd	16.53 c
WV 3%	21.07 e	18.42 cd	17.98 c
WV 3.5%	21.32 e	19.18 d	18.02 c
CM 2.5%	10.16 b	8.96 b	8.32 b
CM 3%	10.60 b	9.40 b	8.31 b
CM 3.5%	13.08 c	10.54 b	9.42 b

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom pengamatan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf kesalahan 5%.

Analisis menggunakan uji BNJ taraf kesalahan 5% menunjukkan pengaruh antara perlakuan macam-macam dan konsentrasi cuka dan kontrol dalam menghambat pertumbuhan BDB selama tiga hari pengamatan (Tabel 3). Hasil pengamatan menunjukkan terjadinya perbedaan yang signifikan antara perlakuan berbagai macam jenis dan konsentrasi cuka dengan kontrol alkohol, aquades, dan streptomisin. Pada kontrol alkohol dan aquades tidak terdapat zona hambat disekeliling lubang sumuran, sehingga dapat diketahui pemberian alkohol dan aquades tidak berpengaruh terhadap penghambatan BDB.

Pada kontrol streptomisin terdapat adanya zona hambat pertumbuhan terhadap BDB. Penggunaan kontrol streptomisin mampu menghasilkan rata-rata diameter zona hambat sebesar 17.17 mm pada 1 hsi, zona hambat tersebut paling besar jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang lain. Hal tersebut karena streptomisin merupakan antibakteri sintetik yang mampu menekan pertumbuhan

bakteri. Berdasarkan Volk dan Wheeler (1993) streptomisin merupakan zat yang bersifat antibakteri dengan cara menghambat sintesis protein pada bakteri.

Pada perlakuan cuka glasial digunakan 3 konsentrasi yang berbeda yaitu 2.5%, 3% dan 3.5%. Perlakuan dengan konsentrasi 2.5% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 20.14 mm, konsentrasi 3% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 21.9 mm sedangkan konsentrasi 3.5% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 22.73 mm. Ketiga konsentrasi tersebut menghasilkan zona hambat pada 1 hsi. Perlakuan dengan konsentrasi yang berbeda tidak menghasilkan zona hambat yang berbeda nyata, tetapi jika dibandingkan dengan kontrol alkohol dan aquades berbeda nyata, sehingga diketahui cuka glasial mampu menghambat pertumbuhan BDB.

Pada perlakuan cuka apel digunakan 3 konsentrasi yang berbeda yaitu 2.5%, 3% dan 3.5%. Perlakuan dengan konsentrasi 2.5% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 21.20 mm, konsentrasi 3% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 21.46 mm sedangkan konsentrasi 3.5% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 22.26 mm. Ketiga konsentrasi tersebut menghasilkan zona hambat pada 1 hsi. Perlakuan dengan konsentrasi yang berbeda tidak menghasilkan zona hambat yang berbeda nyata, tetapi jika dibandingkan dengan kontrol alkohol dan aquades hasilnya berbeda nyata, sehingga diketahui cuka apel mampu menghambat pertumbuhan BDB.

Pada perlakuan cuka dapur digunakan 3 konsentrasi yang berbeda yaitu 2.5%, 3% dan 3.5%. Perlakuan dengan konsentrasi 2.5% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 20.99 mm, konsentrasi 3% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 21.07 mm sedangkan konsentrasi 3.5% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 21.95. Ketiga konsentrasi tersebut menghasilkan zona bening pada 1 hsi. Perlakuan dengan konsentrasi yang berbeda tidak menghasilkan zona hambat yang tidak berbeda nyata, tetapi jika dibandingkan dengan kontrol alkohol dan aquades hasilnya berbeda nyata, sehingga diketahui cuka dapur mampu menghambat pertumbuhan BDB.

Pada perlakuan *white vinegar* digunakan 3 konsentrasi yang berbeda yaitu 2.5%, 3% dan 3.5%. Perlakuan dengan konsentrasi 2.5% menghasilkan rerata

zona hambat sebesar 20.06 mm, konsentrasi 3% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 21.07 mm sedangkan konsentrasi 3.5% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 21.32 pada 1 hsi. Ketiga konsentrasi tersebut menghasilkan zona hambat yang tidak berbeda nyata, tetapi jika dibandingkan dengan kontrol alkohol dan aquades hasilnya berbeda nyata, sehingga diketahui *white vinegar* mampu menghambat pertumbuhan BDB.

Pada perlakuan cuka madu digunakan 3 konsentrasi yang berbeda yaitu 2.5%, 3% dan 3.5%. Perlakuan dengan konsentrasi 2.5% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 10.16 mm, konsentrasi 3% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 10.6 mm sedangkan konsentrasi 3.5% menghasilkan rerata zona hambat sebesar 13.08 mm pada 1 hsi. Perlakuan dengan konsentrasi yang berbeda, zona hambat yang dihasilkan CM 2.5% tidak berbeda nyata dengan CM 3%, namun berbeda nyata dengan CM 3.5%. Tetapi jika dibandingkan dengan kontrol alkohol dan aquades hasilnya konsentrasi tersebut berbeda nyata, sehingga diketahui cuka madu mampu menghambat pertumbuhan BDB.

Perlakuan cuka glasial (2.5%, 3%, 3.5%), cuka apel (2.5%, 3%, 3.5%), cuka dapur (2.5%, 3%, 3.5%), *white vinegar* (2.5%, 3%, 3.5%) dan cuka madu (2.5%, 3%, 3.5%) mampu menghasilkan zona hambat. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan macam-macam cuka tersebut efektif untuk menekan pertumbuhan BDB. Pada perlakuan cuka glasial, cuka dapur dan *white vinegar*, yang jika ditinjau dari asal mula bahan dari ketiga cuka tersebut sama yaitu dari cuka glasial atau asam cuka murni, hanya saja terdapat perbedaan dari konsentrasi keasaman dan pelarut dari masing-masing cuka tersebut. Cuka glasial adalah cuka murni tanpa pelarut sedikitpun, sedangkan cuka dapur (lokal) merupakan cuka masak/ makanan yang dijual bebas di pasaran dengan kadar prosentase keasaman 25% (pada umumnya) dengan 75% pelarut, dan untuk *white vinegar* (cuka putih) merupakan cuka produksi dari *British* dengan kadar prosentase keasaman 5% dengan 95% pelarut.

Cortesia dkk. (2014) menemukan bahwa cuka glasial atau biasa disebut asam cuka secara efisien membunuh bakteri pada paparan larutan asam asetat 6%. Kemampuan asam cuka dalam membunuh bakteri salah satunya ditunjang oleh

pH. Waluyo (2009) menyatakan bahwa pH adalah faktor penting bagi pertumbuhan bakteri, karena masing-masing spesies bakteri (mikroorganisme) mempunyai pH optimum untuk pertumbuhannya. Pada cuka glasial ini mengandung pH berkisar 2,67 dimana pada pH tersebut bakteri tidak bisa tumbuh dengan optimum. Bakteri memerlukan pH optimum (6,5 - 7,5) untuk tumbuh optimal. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri ini berkaitan dengan aktivitas enzim. Enzim ini dibutuhkan oleh beberapa bakteri untuk mengkatalis reaksi-reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan bakteri. Apabila pH dalam suatu medium atau lingkungan tidak optimal maka akan mengganggu kerja enzim-enzim tersebut dan akhirnya mengganggu pertumbuhan bakteri itu sendiri (Pelczar dan Chan, 1986).

Hasil perlakuan cuka apel diperoleh hasil bahwa cuka apel efektif dalam menekan pertumbuhan BDB. Menurut Susanto dan Bagus (2011) senyawa fitokimia pada buah apel yang berfungsi sebagai antioksidan adalah senyawa fenolik, golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kumarin, tokoferol dan asam-asam organik polifungsional. Adanya kandungan senyawa fenolik, kumarin dan flavonid yang merupakan sebagian senyawa yang terdapat pada kandungan dari buah apel yang diduga dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti BDB.

Senyawa fenolik yang memiliki sifat antibakterisidal, antiseptik dan antihelmentik dimana kelompok ini merupakan hasil substitusi gugus fenol. Perlu diketahui mekanisme senyawa fenol sebagai antibakteri pada konsentrasi rendah adalah dengan merusak membran sitoplasma dan dapat menyebabkan kebocoran inti sel, sedangkan pada konsentrasi tinggi senyawa fenol berkoagulasi dengan protein seluler dan dapat menyebabkan koagulasi protein sel bakteri, sehingga menyebabkan penghambatan pertumbuhan bakteri. Koagulasi protein akan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri yang menyebabkan lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh, sehingga menyebabkan kematian sel bakteri (Volk dan Wheller, 1984). Begitu juga dengan senyawa kumarin yang merupakan antibakteri yang mekanismenya adalah masuk kedalam sel bakteri dengan cara memutuskan ikatan peptidoglikan pada dinding

sel dan merusak ikatan hidrofobik dari membran sel. Sehingga terjadi perubahan permeabilitas dinding sel yang akan menghambat pertumbuhan sel atau matinya sel (Pelczar & Chan, 1988 dan Suliantari dkk, 2008). Parubak (2013) menyatakan bahwa flavonoid berpotensi sebagai senyawa antibiotik, antibakteri, anti kanker, dan antibiotik. Mekanisme antibakteri senyawa flavonoid adalah dapat berinteraksi dengan struktur protein di dalam dinding sitoplasma bakteri yang menyebabkan rusaknya permeabilitas dinding sel bakteri, selain itu gugus hidroksi yang terdapat pada flavonoid menyebabkan perubahan komponen organik dan transport nutrisi yang berefek toksik pada bakteri (Sabir, 2005).

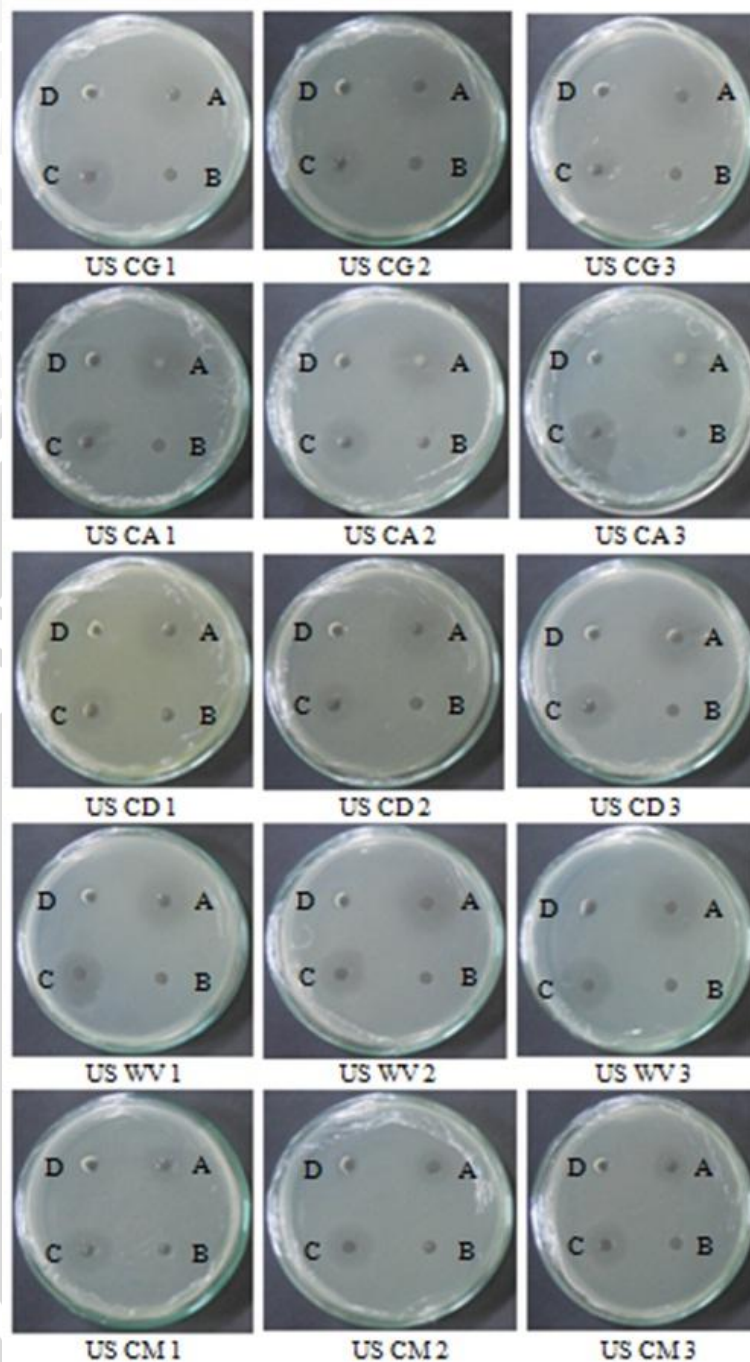
Selain senyawa-senyawa yang terkandung dalam buah apel, pH dari cuka apel itu sendiri juga mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa bakteri dapat tumbuh optimum pada pH 6,5 - 7,5, sedangkan menurut Zubaidah (2011) kandungan pH cuka apel sebesar 3,21. Tingginya tingkat keasaman yang dimiliki oleh cuka apel tersebut diduga dapat membunuh bakteri. Jika pH suatu medium atau lingkungan tidak mendukung pertumbuhan suatu bakteri maka berakibat bakteri tersebut tidak akan tumbuh karena pH berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri yang berkaitan dengan aktivitas enzim. Jika kerja enzim-enzim tersebut terganggu maka pada akhirnya akan mengganggu pertumbuhan bakteri itu sendiri (Pelczar dan Chan, 1986).

Pada perlakuan cuka madu juga efektif dalam menekan pertumbuhan BDB. Berdasarkan Gheldof and Engeseth (2002) senyawa alami yang terkandung dalam madu antara lain flavonoid, senyawa fenolik, beberapa enzim (*glucose oxidase*, katalase), turunan karotenoid, produk reaksi Maillard, vitamin C, asam organik, asam amino dan protein. Salah satu senyawa yaitu flavonoid merupakan salah satu senyawa polifenol yang memiliki bermacam-macam efek antara lain efek antioksidan, anti tumor, anti radang, antibakteri dan anti virus (Parubak, 2013). Mekanisme antibakteri senyawa flavonoid adalah dapat berinteraksi dengan struktur protein di dalam dinding sitoplasma bakteri yang menyebabkan rusaknya permeabilitas dinding sel bakteri, selain itu gugus hidroksi yang terdapat pada flavonoid menyebabkan perubahan komponen organik dan transport nutrisi yang berefek toksik pada bakteri (Sabir, 2005).

Senyawa fenolik yang merupakan senyawa yang terkandung dalam madu juga memiliki sifat antibakterisidal, antiseptik dan antihelmentik. Senyawa dari kelompok ini merupakan hasil substitusi gugus fenol. Perlu diketahui mekanisme senyawa fenol sebagai antibakteri pada konsentrasi rendah adalah dengan merusak membran sitoplasma dan dapat menyebabkan kebocoran inti sel, sedangkan pada konsentrasi tinggi senyawa fenol berkoagulasi dengan protein seluler dan dapat menyebabkan koagulasi protein sel bakteri, sehingga menyebabkan penghambatan pertumbuhan bakteri. Koagulasi protein akan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri yang menyebabkan lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh, sehingga menyebabkan kematian sel bakteri (Volk dan Wheller, 1984). Zat-zat ini yang terdapat pada kandungan madu yang diduga dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti BDB.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kamaruddin (2002) paling tidak terdapat empat faktor yang bertanggung jawab terhadap aktivitas antibakteri pada madu. Pertama, kadar gula yang tinggi akan menghambat bakteri sehingga bakteri tersebut tidak dapat hidup dan berkembang. Kedua, tingkat keasaman madu yang tinggi (pH 3,65) akan mengurangi pertumbuhan dan daya hidup bakteri, sehingga bakteri tersebut akan mati. Ketiga, adanya senyawa radikal hidrogen peroksida (H_2O_2) yang bersifat dapat membunuh mikroorganisme patogen. Keempat, adanya senyawa organik 7 yang bersifat antibakteri dan yang telah teridentifikasi antara lain polifenol, flavonoid, dan glikosida.

Dari hasil uji sensitivitas antibakteri dapat diketahui bahwa cuka glasial, cuka apel, cuka dapur, *white vinegar* dan cuka madu mampu menghambat pertumbuhan BDB. Kemampuan masing-masing cuka tersebut dikarenakan terdapat kandungan antibakteri yang terdapat di dalam masing-masing cuka tersebut. Berikut hasil dokumentasi uji sensitivitas antibakteri (Gambar 5).



Gambar 5. Perbandingan hasil uji sensitivitas antibakteri (pengamatan hari pertama).

Keterangan:

US CG 1: cuka glasial 2.5%, US CG 2: cuka glasial 3%, US CG 3: cuka glasial 3.5%, US CA 1: cuka apel 2.5%, US CA 2: cuka apel 3%, US CA 3: cuka apel 3.5%, US CD 1: cuka dapur 2.5%, US CD 2: cuka dapur 3%, US CD 3: cuka dapur 3.5%, US WV 1: white vinegar 2.5%, US WV 2: white vinegar 3%, US WV 3: white vinegar 3.5%, US CM 1: cuka madu 2.5%, US CM 2: cuka madu 3%, US CM 3: cuka madu 3.5%, A: jenis-jenis cuka, B: aquades, C: streptomisin, D: alkohol

4.4 Uji Penekanan Pertumbuhan BDB pada Buah Pisang

Uji penekanan pertumbuhan BDB pada pisang dilakukan untuk melihat efektivitas cuka glasial, cuka apel, cuka dapur, *white vinegar* dan cuka madu jika diaplikasikan secara langsung pada tanaman inang dalam menghambat pertumbuhan BDB. Pengamatan uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang dilakukan setelah 3 hsi dengan mengukur tingkat kerusakan pada plasenta buah serta melihat gejala kerusakan disekitar plasenta buah. Hasil pengamatan uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Penekanan Pertumbuhan BDB pada Buah Pisang

Perlakuan	Rerata prosentase panjang plasenta yang terserang BDB
Kontrol (BDB)	68.62 ef
Alkohol	62.5 cdef
Aquades	68.75 ef
Streptomisin	16.67 a
CG 2.5%	40.05 abcd
CG 3%	38.11 abc
CG 3.5%	36.15 ab
CA 2.5%	67.87 ef
CA 3%	50.99 bcdef
CA 3.5%	38.30 abc
CD 2.5%	55.99 bcdef
CD 3%	48.14 bcdef
CD 3.5%	44.46 bcde
WV 2.5%	63.5 def
WV 3%	57.52 bcdef
WV 3.5%	56.87 bcdef
CM 2.5%	69.88 f
CM 3%	54.61 bcdef
CM 3.5%	45.98 bcdef

Keterangan:

Angka disertai huruf yang sama pada kolom pengamatan yang sama menunjukkan tidak terdapat berbeda nyata antar perlakuan pada uji BNJ pada taraf kesalahan 5%.

Analisis menggunakan uji BNJ taraf kesalahan 5% menunjukkan pengaruh pada perlakuan streptomisin dan perlakuan konsentrasi cuka glasial, cuka apel, cuka dapur, *white vinegar* dan cuka madu dalam penghambatan pertumbuhan BDB. Pada kontrol tingkat kerusakan plasenta buah pisang memiliki prosentase

yang tinggi yaitu sebesar 68.62%. Gejala yang ditimbulkan adanya perubahan warna coklat kemerahan mengikuti panjang plasenta pisang. Berdasarkan Eden-Green dan Sastratmadja (1990) buah pisang terinfeksi BDB yang dipotong melintang akan mengeluarkan lendir berwarna merah kecoklatan yang mengandung massa bakteri dan busuk pada bagian tengahnya.

Pada perlakuan alkohol dan aquades tingkat kerusakan plasenta buah tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Gejala yang muncul adalah pada buah pisang nampak putih pada bagian tengah namun terjadi perubahan warna merah kecoklatan di tepi plasenta pisang, sehingga perlakuan alkohol dan aquades tidak berpengaruh pada penekanan pertumbuhan BDB. Perlakuan streptomisin memiliki tingkat kerusakan plasenta buah yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Pada perlakuan streptomisin gejala yang muncul yaitu adanya warna coklat pudar pada tepi plasenta buah, sedangkan pada plasenta buah ada sedikit bercak merah kecoklatan tetapi plasenta yang lain masih berwarna putih tanpa ada perubahan warna. Hal tersebut menunjukkan BDB tidak mampu tumbuh dengan baik pada buah pisang yang diberi perlakuan streptomisin. Berdasarkan Flanagan (2004) streptomisin bersifat bakterisida untuk organisme yang peka dengan cara penghambatan sintesis protein.

Pada perlakuan cuka glasial dengan konsentrasi 2.5%, 3%, 3.5% tingkat kerusakan yang dihasilkan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Tingkat kerusakan yang dihasilkan lebih kecil daripada kontrol yaitu sebesar 40.05 pada konsentrasi 2.5%, 38.11 pada konsentrasi 3%, dan 36.15 pada konsentrasi 3.5%. Gejala yang muncul adalah terdapat perubahan warna lebih putih dari daging sebenarnya dan tekstur lebih kasar pada daging buah yang diduga persebaran macam-macam cuka tersebut dan adanya warna merah kecoklatan dibagian tepi perlakuan cuka glasial yang diduga BDB. Hal tersebut menunjukkan bahwa cuka glasial efektif dalam menekan pertumbuhan BDB pada buah pisang. Hal ini diduga karena cuka glasial merupakan cuka murni tanpa adanya pelarut sebelumnya, jika dibandingkan dengan cuka dapur dan *white vinegar* yang telah dijual di pasaran dan sudah ada zat pelarut sebelumnya.

Pada perlakuan cuka apel 3.5% tingkat kerusakan yang dihasilkan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol yaitu 38.30%. Gejala yang muncul adalah terdapat perubahan warna lebih putih dari daging sebenarnya dan tekstur lebih kasar pada daging buah yang diduga persebaran macam-macam cuka tersebut dan adanya warna merah kecoklatan dibagian tepi perlakuan cuka apel yang diduga BDB. Hal tersebut menunjukkan bahwa cuka apel pada konsentrasi 3.5% efektif dalam menekan pertumbuhan BDB pada buah pisang. Hal ini diduga karena konsentrasi dari cuka apel ini lebih besar dari konsentrasi cuka apel yang lain sehingga kandungan fenolik, kumarin serta flavonoid yang merupakan zat antibakteri dalam buah apel juga akan semakin banyak. Menurut Pelczar dan Chan (1988), bahwa semakin tinggi konsentrasi suatu bahan antibakteri maka aktivitas antibakterinya semakin besar juga.

Trease and Evans (1978) menyatakan bahwa golongan senyawa flavonoid dapat mendenaturasi protein yang menyebabkan aktivitas metabolisme sel bakteri berhenti. Flavonoid juga dapat digunakan sebagai anti bakteri, anti alergi, sitotoksik, dan anti hipertensi (Sriningsih, 2008). Menurut Agung dkk. (2013) mekanisme antibakteri pada flavonoid kemampuannya menyebabkan terjadinya kerusakan permeabilitas dinding sel bakteri, mikrosom dan lisosom sebagai hasil interaksi antara flavonoid dengan DNA bakteri. Menurut Hamdiyati dkk. (2009) flavonoid memiliki sifat lipofilik sehingga dimungkinkan akan merusak membran sel bakteri. Flavonoid dapat berefek antibakteri melalui kemampuan untuk membentuk kompleks dengan protein ekstraseluler dan protein yang dapat larut dengan dinding sel bakteri (Ardanurdin dkk., 2004). Kemampuan flavonoid yang tinggi sebagai zat antibakteri diduga memiliki peran yang tinggi dibandingkan dengan zat antinutrisi yang lain. Menurut Noorhamdani dkk (2012) kemampuan yang dimiliki flavonoid dalam memberikan efek antibakteri antara lain dengan menghambat fungsi membran sitoplasma, menghambat sintesis asam nukleat, dan menghambat aktivitas antibakteri dengan jalan menghambat metabolisme energi, flavonoid menghambat konsumsi oksigen dengan jalan mengganggu rantai transport elektron respirasi.

Mekanisme fenol sebagai agen anti bakteri berperan sebagai toksin dalam protoplasma, merusak dan menembus dinding serta mengendapkan protein sel bakteri. Senyawa fenolik bermolekul besar mampu menginaktifkan enzim essensial di dalam sel bakteri meskipun dalam konsentrasi yang sangat rendah. Fenol dapat menyebabkan kerusakan pada sel bakteri, denaturasi protein, menginaktifkan enzim dan menyebabkan kebocoran sel (Jawetz *et al.*, 2008). Dan untuk mekanisme kumarin adalah masuk kedalam sel bakteri dengan cara memutuskan ikatan peptidoglikan pada dinding sel dan merusak ikatan hidrofobik dari membran sel. Sehingga terjadi perubahan permeabilitas dinding sel yang akan menghambat pertumbuhan sel atau matinya sel (Pelczar & Chan, 1988; Suliantari dkk, 2008).

Perlakuan CA 2.5%, CA 3%, CD 2.5%, CD 3%, CD 3.5%, WV 2.5%, WV 3%, WV 3.5%, CM 2.5%, CM 3% dan CM 3.5% menghasilkan tingkat kerusakan plasenta pisang yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Dengan demikian perlakuan cuka tersebut dengan tiga konsentrasi berbeda tidak mampu menghambat pertumbuhan BDB pada buah pisang. Pada buah pisang yang dibelah terdapat perubahan warna lebih putih dari daging sebenarnya dan tekstur lebih kasar pada daging buah yang diduga persebaran macam-macam cuka tersebut. Selain itu terjadi perubahan warna menjadi merah kecoklatan dibagian tepi plasenta yang merupakan gejala BDB. Hal tersebut menunjukkan bahwa cuka tersebut dengan tiga konsentrasi berbeda tidak berpengaruh terhadap penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang.

Perlakuan cuka apel dengan konsentrasi 2.5% dan 3% tidak mampu menghambat pertumbuhan BDB pada buah pisang. Ketidakmampuan cuka apel konsentrasi 2.5% dan 3% tersebut diduga karena kurangnya konsentrasi dari cuka apel tersebut. Menurut Pelczar dan Chan (1988), bahwa semakin tinggi konsentrasi suatu bahan antibakteri maka aktivitas antibakterinya semakin besar juga. Pada perlakuan cuka apel ini diterapkan konsentrasi 2.5% dan 3% dimana konsentrasi tersebut diduga kurang yang menyebabkan kandungan senyawa antibakteri seperti fenolik, kumarin serta flavonoid sedikit sehingga tidak mampu menekan pertumbuhan BDB.

Pada perlakuan cuka dapur dan *white vinegar* dengan tiga konsentrasi berbeda yaitu 2.5%, 3% dan 3.5% tidak mampu menghambat pertumbuhan BDB pada buah pisang. Hal ini diduga karena kurangnya konsentrasi dari masing-masing perlakuan tersebut. Semakin tinggi konsentrasi dalam perlakuan tersebut maka kandungan pH asamnya akan semakin tinggi dimana dengan semakin tingginya kandungan pH asam, bakteri tidak dapat tumbuh optimum. Berdasarkan Waluyo (2009) menyatakan bahwa bakteri memerlukan pH optimum yakni 6,5-7,5 untuk tumbuh optimum. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri ini berkaitan dengan aktivitas enzim. Enzim ini dibutuhkan oleh beberapa bakteri untuk mengkatalis reaksi-reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan bakteri. Apabila pH dalam suatu medium atau lingkungan tidak optimal maka akan mengganggu kerja enzim-enzim tersebut dan akhirnya mengganggu pertumbuhan bakteri itu sendiri (Pelczar dan Chan, 1986).

Perlakuan cuka madu dengan tiga konsentrasi berbeda tidak mampu menghambat pertumbuhan BDB pada buah pisang. Ketidakmampuan cuka madu tersebut diduga karena kurangnya konsentrasi dari cuka madu tersebut. Menurut Ajizah (2004) konsentrasi ekstrak yang semakin tinggi membentuk zona bening yang semakin besar. Semakin pekat konsentrasi suatu ekstrak, maka kandungan senyawa antibakterinya yang terkandung di dalamnya akan semakin banyak sehingga memberikan pengaruh terhadap diameter zona bening yang terbentuk. Pada perlakuan cuka madu diterapkan konsentrasi 2.5%, 3% dan 3.5% dimana konsentrasi tersebut diduga kurang sehingga kandungan senyawa antibakteri flavonoid dan fenolik rendah dan tidak cukup mampu untuk menekan pertumbuhan BDB.

Dari hasil uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang ini dapat diketahui bahwa buah pisang yang sudah dipotong dari pohonnya dapat digunakan dalam pengujian penekanan pertumbuhan BDB. Pada perlakuan cuka glasial dan cuka apel 3.5% efektif dalam menekan pertumbuhan BDB. Berikut hasil dokumentasi uji sensitivitas antibakteri (Gambar 6).



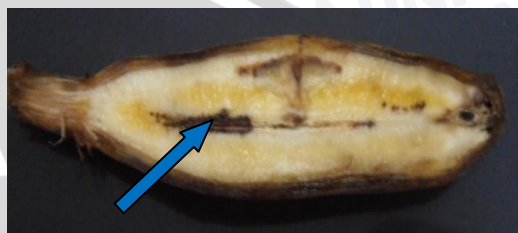
UP



UP K1



UP K2



UP K3



UP CG 1



UP CG 2



UP CG 3



UP CA 1



UP CA 2



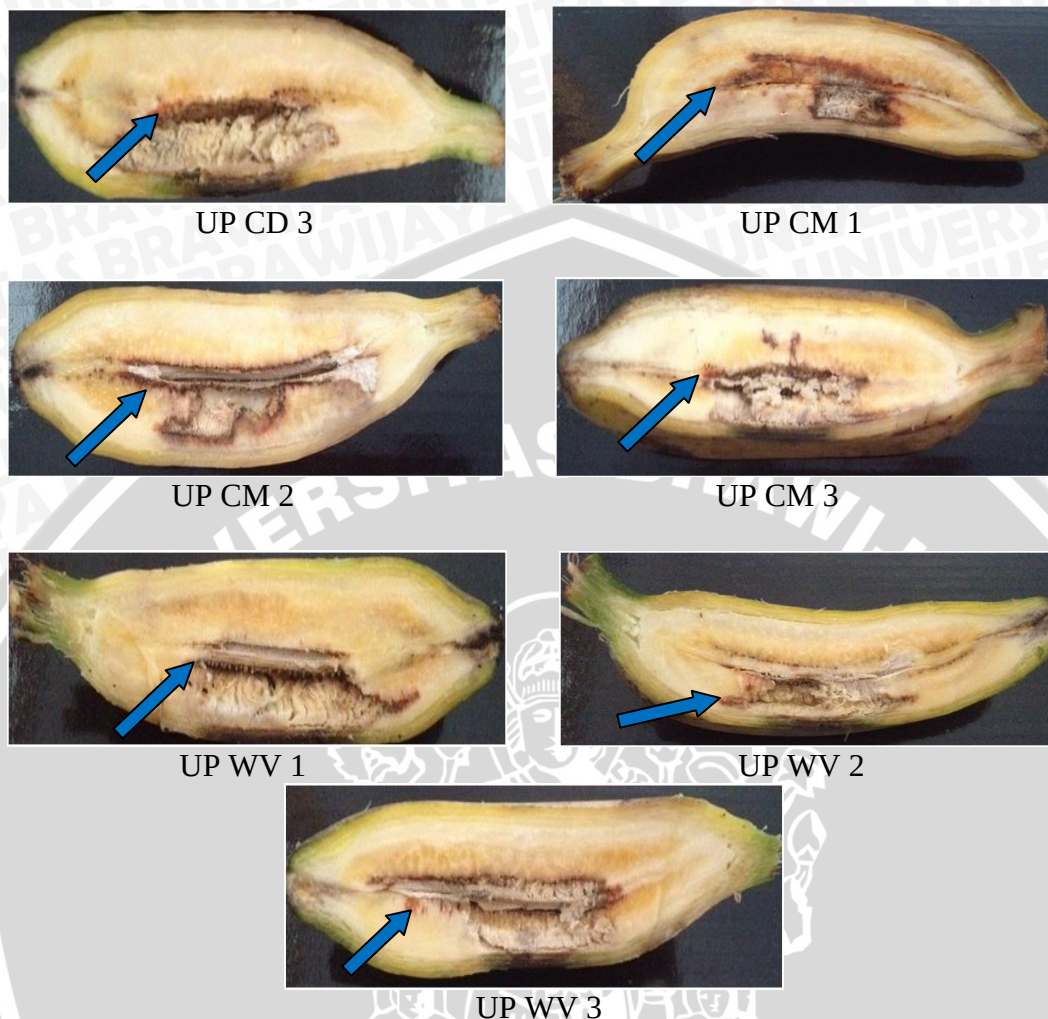
UP CA 3



UP CD 1



UP CD 2



Gambar 6. Hasil uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang setelah tiga hari. Tanda panah berwarna biru menunjukkan gejala BDB pada buah pisang.

Keterangan:

UP: kontrol (BDB), UP K1: alkohol, UP K2: aquades, UP K3: streptomisin, UP CG 1: cuka glasial 2.5%, UP CG 2: cuka glasial 3%, UP CG 3: cuka glasial 3.5%, UP CA 1: cuka apel 2.5%, UP CA 2: cuka apel 3%, UP CA 3: cuka apel 3.5%, UP CD 1: cuka dapur 2.5%, UP CD 2: cuka dapur 3%, UP CD 3: cuka dapur 3.5%, UP WV 1: white vinegar 2.5%, UP WV 2: white vinegar 3%, UP WV 3: white vinegar 3.5%, UP CM 1: cuka madu 2.5%, UP CM 2: cuka madu 3%, UP CM 3: cuka madu 3.5%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil uji sensitifitas antibakteri dapat diketahui bahwa cuka glasial, cuka apel, cuka dapur, *white vinegar*, dan cuka madu efektif menghambat pertumbuhan BDB.
2. Pada uji penekanan pertumbuhan BDB pada buah pisang dapat diketahui bahwa perlakuan cuka glasial dan cuka apel 3.5% dapat menekan pertumbuhan BDB pada buah pisang, sedangkan perlakuan cuka apel 2.5% dan 3%, cuka dapur 2.5%, 3% dan 3.5%, *white vinegar* 2.5%, 3%, dan 3.5%, serta cuka madu 2.5%, 3% dan 3.5% tidak mampu menekan pertumbuhan BDB.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian pada cuka glasial, cuka apel, cuka dapur, *white vinegar*, dan cuka madu untuk mengetahui secara pasti senyawa dan bahan manakah yang menghambat pertumbuhan BDB. Serta penambahan konsentrasi yang tepat dan aman pada setiap cuka tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim^a. 2007. Workshop Pengendalian Penyakit Darah Pada Pisang (Online). Fakultas Pertanian Universitas Taduluko, Sulawesi Tengah, 26 Februari 2007. Diunduh dari www.karantina.deptan.go.id tanggal 9 November 2008.
- Agung, G., Nengah I., Kerta dan Hapsari. 2013. Daya Hambat Perasan Daun Sirsak Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Udayana. <http://ojs.Unud.ac.id/index.php/imv/article/download/5524/4196>. Diakses pada tanggal 8 Februari 2014.
- Ajizah, A., 2004, Sensitivitas *Salmonella thypimurium* Terhadap Ekstrak Daun *Psidium guajava* L., *J. Bioscientiae*, 1 (1): 31-38.
- Ardananuridin, A., S. Winarsih dan M. Widayat. 2004. Uji Efektifitas Dekok Bunga Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai Antimikroba Terhadap Bakteri *Salmonella typhi* secara In Vitro. Jurnal Kedokteran Brawijaya. Vol. XX, No.1. <http://jk.ub.ac.id/index.php/jkb/article/viewFile/236/228>. Diakses pada tanggal 30 Januari 2014.
- Baharuddin. 1994. Pathological, Biochemical and Serological Characterization of the *Blood Disease Bacterium* Affecting Banana and Plantain (*Musa spp.*) in Indonesia, Ph.D dissertation. Gottingen: Cuvillier.
- Baroroh, H.F. 2014. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Daun dan Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap *Blood Disease Bacterium*. Jurnal HPT. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Bergey, D. H.; John G. Holt; Noel R. Krieg; Peter H.A. Sneath (1994). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (9th ed.). Baltimore Williams & Wilkins.
- Cortesia, C., Catherine V., Audrey B., Whendy C., Keyla G., Jacobus W., William R., Laurent K., Howard T. 2014. Acetic Acid, the Active Component of Vinegar, Is an Effective Tuberculocidal Disinfectant. mBio 5 (2): e00013-14. doi:10.1128/mBio.00013-14.
- Daulay, D dan A. Rahman. 1992. Teknologi Fermentasi Sayur-Sayuran dan Buah-Buahan. IPB. Bogor.
- Devi, R.K. 2013. Uji Metode Inokulasi dan Patogenesis *Blood Disease Bacterium* (BDB) pada Buah Pisang. Jurnal HPT. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2014. <http://horti.pertanian.go.id/node/254>. Diunduh pada tanggal 9 Juni 2015.

- Eden-Green and A.H. Sastraatmadja. 1990. *Blood Disease Bacterium Present in Java*.
- Edy, N.P., Johanis dan Baharuddin. 2008. Karakterisasi Morfologi Patogenisitas dan Biokimia Bakteri Penyebab Penyakit Darah pada Pisang di Lembah Palu. *J. Agrisains*. 9 (2): 65-72.
- Fegan, M. and P. Prior. 2005. How complex is the *Ralstonia solanacearum* species complex. In: Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* species complex. American Phytopathological Society Press, Minnesota.
- Flanagan, B., Riley E., Cohen S.E. dan Rubenstein A. J. 1995. Prevention of hypertension after spinal for cesarean section: 6% hetastarch versus lactated ringer's solution. *Anest Analog*. 81: 38-42.
- Gheldof, N. and Engeseth N.J. 2002. Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *Abstrak Journal of Agr and Food Chem*. 50 (10): 3050-3055.
- Hamdiyati, Y., Kusnadi dan Irman. 2009. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Patikan Kebo (*Euphorbia hirta*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Jurusan Pendidikan Biologi. FPMIPA UPI. http://file.upi.edu/Direktori/fpmipa/jur._pend._biologi/196611031991012_yanti_hamdiyati/jurnal_penelitian_y_antikusnadi-IRMAN_R..pdf. Diakses pada tanggal 5 Februari 2014.
- Hardoyo, Agus E.T., Dyah P., Hartono dan Musa. 2007. Kondisi Optimum Fermentasi Asam Asetat Menggunakan *Acetobacter aceti* B166. Balai Besar Teknologi Pati Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. *J.Sains MIPA*. 13 (1): 17.
- Hermanto C., Setyawati T. dan Santoso P.J. 1998. Kofirmasi: Daerah endemic baru penyakit layu pisang di Sumatera Barat. Disampaikan pada seminar sehari PFI Komca Sumbar, Riau dan Jambi, Padang. 4 November 1998.
- Hermawan, A., Hana W. dan Wiwiek T. 2007. Pengaruh Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan Metode Difusi Disk. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Janimar. 2005. Survei Penyebaran Serangan OPT Tanaman Pisang Di Sumatera Barat Tahun 2005. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Hortikultura Sumatera Barat.
- Jawetz, Melnick, Adelberg. 2008. Mikrobiologi Kedokteran. (H. Hartanto, C. Rachman, A. Dimanti, A. Diani). Jakarta : EGC.p.199 – 200 : 233.

- Kamaruddin.2002. khasiat madu. Departement of Biochemistry, Faculty of Medicine, Universitas of Malaya, Kualalumpur. Artikel vision net.
- Kusmiyati dan Agustini, N. W. R. 2007. Uji Aktivitas Senyawa Antibakteri dari Mikroalga (*Porphyridium cruentum*). Biodiversitas. 8 (1): 48-53.
- Lay, Bibiana W. 1994. Analisis Mikrobiologi di Laboratorium. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- ____ dan Sugyo H. 1992. Mikrobiologi. CV Rajawali. Jakarta Utara.
- Leiwakabessy, C. 1999. Potensi beberapa jenis serangga dalam penyebaran penyakit layu bakteri *Ralstonia (Pseudomonas) solanacearum* Yabuuchi *et al.* pada pisang di Lampung. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mairawita, Trimurti H., Ahsol H. & Nasril N. 2012. Potensi *Trigona* spp. Sebagai Agen Penyebab Bakteri *Ralstonia Solanacearum* Phylotipe IV Penyebab Penyakit Darah Pada Tanaman Pisang. Fakultas Pertanian & Fakultas MIPA. Universitas Andalas. Padang.
- Maryam Abn, Tata R., Handayani W. & Sihombing D. 1994. Beberapa jenis serangga pengunjung bunga pisang yang diduga sebagai penular penyakit layu bakteri (*Pseudomonas solanacearum* E.F.Smith). Disampaikan dalam Prosiding Rapat Kerja Penyusunan Prioritas dan Desain Penelitian Hortikultura, Solok 17-19 November. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura.
- Molina, A.B. 2005. Developing a Regional Strategy to Adress the Outbreak of Banana *Xanthomonas* Wilt in East and Central Africa: Managing bacterial wilt/fruit Rot Disease of Banana in Southwest Asia. Dalam Proceeding of Banana *Xanthomonas* Wilt Regional Preparedness and Strategy Development Workshop Held in Kampala, Uganda, 14-18 February 2005.
- Noorhamdani, Herman dan D. Rosalia. 2010. Uji Ekstrak Daun Kersen (*Muntingia calabura*) sebagai Antibakteri Terhadap MethicillinResistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) Secara In Vitro. Laboratorium Mikrobiologi FKUB. <http://old.fk.ub.ac.id/id/filedownload/kedokteran/Di-an%20Rosalia.pdf>. Diakses pada tanggal 3 Februari 2014.
- Oxtoby D.W., H.P. Gills dan Norman H. Nachtrieb. 2001. Prinsip-Prinsip Kimia Modern Edisi Keempat. Erlangga. Jakarta.
- Parubak, A.S. 2013. Senyawa flavonoid yang bersifat antibakteri dari akway (*Drimys beccariana*. Gibbs). Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Papua.
- Pelczar, M.J., and Chan E.C.S. 1986. Dasar-dasar mikrobiologi 2. Diterjemahkan oleh Hadioetomo RS, Imas T, Tjitrosomo SS, Angka SL. Universitas Indonesia. Jakarta.

- _____. 1988, Dasar-Dasar Mikrobiologi, Jakarta, Penerbit Universitas Indonesia.
- Pratiwi, R. 2005. Perbedaan Daya Hambat Terhadap *Streptococcus mutans* dari Beberapa Pasta Gigi yang Mengandung Herbal. Vol. 38 No. 2 April – Juni : Maj. Ked. Gigi.
- Prihatman, K. 2000. Pisang (*Musa* spp.). Sistem Informasi Manajemen Pembangunan di Pedesaan, BAPPENAS. Kantor Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Permasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Jakarta. <http://www.ristek.go.id>.
- Rahayu, Winiarti, P. 2000. Aktivitas Antimikroba Bumbu Masakan Tradisional Hasil Olahan Industri Terhadap Bakteri Patogen dan Perusak. J Tek. Ind. Pangan. 11 (2): 1 – 14.
- Rustam. 2007. Uji Metode Inokulasi dan Kerapatan Populasi *Blood Disease Bacterium* pada Tanaman Pisang. J. Hortikultura. 17 (4): 387-392.
- Sabir, A., 2005, Aktivitas Antibakteri Flavonoid Propolis Trigona sp Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans* (in vitro), Majalah Kedokteran Gigi. 38 (3): 135-141.
- Salle, A.J. 1961. Fundamentals Principles of Bacteriology. McGraw-Hill Book Company, INC. New York.
- Satari, U.S. dan I.O., Sumarauw. 1990. Penyakit Layu Bakteri pada Pisang di Daerah Bogor dan Sekitarnya. J. Fitopatol. 3 (1): 53-55.
- Schmidt, K. 1994. Mikrobiologi Umum ed.6. UGM Press. Yogyakarta.
- Setyobudi and Hermanto. 1999. Rehabilitation of cooking banana farms; Base line status of *Banana Disease Bacterium* (Darah) distribution in Sumatera. Pp. 117-120. In: A.B. Molina and V.N Roa (eds) Advancing Banana and Plantain R&D in Asia and The Pasific. Proc of the 9th INIBAP-ASPNET Regional Advisory Committee Meeting, Guangchou.
- Semangun, H. 1989. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. UGM Press. Yogyakarta.
- Soguilon C.E., Magnave L.V and Natural M.P. 1995. Bugtok disease of banana. *Musa* fact sheet No. 5 INIBAP.
- Sriningsih. 2008. Analisa Senyawa Golongan Flavonoid Herba Tempuyung (*Sonchus arvensis* L): www.indomedia.com/intisari/1999/juni/tempuyung.htm. (diakses tanggal 30 Januari 2011)
- Stover, R.H. and Simmonds N.W. 1987. Bananas (Tropical Agricultura Series). Essex UK: Longman Scientific and Technical.

- Suliantari, Jenie, B.S.L., Suhartono, M.T. & Apriantono, A., 2008, Aktivitas Antibakteri Ekstrak Sirih Hijau (*Piper bittle L.*) Terhadap Bakteri Patogen Pangan, Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. 19 (1): 1-7.
- Suliantari. 2009. Aktivitas Antibakteri Dan Mekanisme Penghambatan Ekstrak Sirih Hijau (*Piper Betle Linn*) Terhadap Bakteri Patogen Pangan. Disertasi. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sulyo, Y. 1992. Major Banana Disease and Their Control. IARD. 14 (3 & 4): 55-62.
- Sunarjono, H. 2006. 21 Jenis Tanaman Buah. Niaga Swadaya.
- Supriadi. 2005. Bacteriophage Typing of *Ralstonia solanacearum*, *Pseudomonas syzygii*, and Blood Disease Bacterium of Banana. Hayati. 4 (3): 72-76.
- Susanto, W.H. dan Bagus R.S. 2011. Pengaruh Varietas Apel (*Malus sylvestris*) dan Lama Fermentasi oleh Khamir *Saccharomyces cervisiae* sebagai Perlakuan Pra-pengolahan terhadap Karakteristik Sirup. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. FP. UB. Malang. 12 (3): 135-142.
- Tim Dosen Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. 2014. Modul Penuntun Praktikum Bakteriologi. FP. UB. Malang.
- Tjahjono, B. and S.J. Eden-Green. 1988. Blood Disease of Bananas in Indonesia, Abstrak. dalam: Proceedings of the 5 th International Congress of Plant Pathology, Kyoto, 20-27 August 1988.
- Tjitrosoepomo, G. 2000. Taksonomi Tumbuhan Spermathophyta. UGM Press. Yogyakarta.
- Trease, G.E. and Evans, W.C., 1978, A Textbook of Pharmacognosy, 11th Edn, London Bailliere-Tindal.
- Volk, W.A and M.F. Wheeler. 1984. Mikrobiologi Dasar, diterjemahkan oleh Soenartono Adisoemarto. Erlangga. Jakarta.
- _____. 1993. Mikrobiologi Dasar. Edisi Kelima. Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Waluyo, L. 2009. Mikrobiologi Lingkungan. UMM Press. Malang.
- Zubaidah, E. 2011. Pengaruh Pemberian Cuka Apel dan Cuka Salak terhadap Kadar glukosa Darah Tikus Wistar yan diberi Diet Tini ula. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, FTP, UB. Malang. 12 (3): 163-169.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Analisis Ragam Uji Sensitivitas Antibakteri dan Tabel Uji Penekanan Pertumbuhan BDB pada Buah Pisang

Tabel Lampiran 1. Analisis Ragam Uji Sensitivitas Antibakteri pada Hari Pertama Setelah Inokulasi.

	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	15858.317	932.842	688.512	1.93	2.55
Galat	34	219.489	1.355			
Total	51	16077.805				

Tabel Lampiran 2. Analisis Ragam Uji Sensitivitas Antibakteri pada Hari Kedua Setelah Inokulasi.

	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	13074.414	769.083	668.045	1.93	2.55
Galat	34	186.502	1.151			
Total	51	13260.916				

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Uji Sensitivitas Antibakteri pada Hari Ketiga Setelah Inokulasi.

	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	11738.171	690.481	408.220	1.93	2.55
Galat	34	274.014	1.691			
Total	51	12012.185				

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Diameter Kerusakan Plasenta Buah pada Hari Ketiga Setelah Inokulasi.

	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	18	10594.564	588.587	8.667	1.90	2.49
Galat	38	2512.637	67.909			
Total	56	13107.201				

Lampiran 2. Gambar Macam-macam Cuka



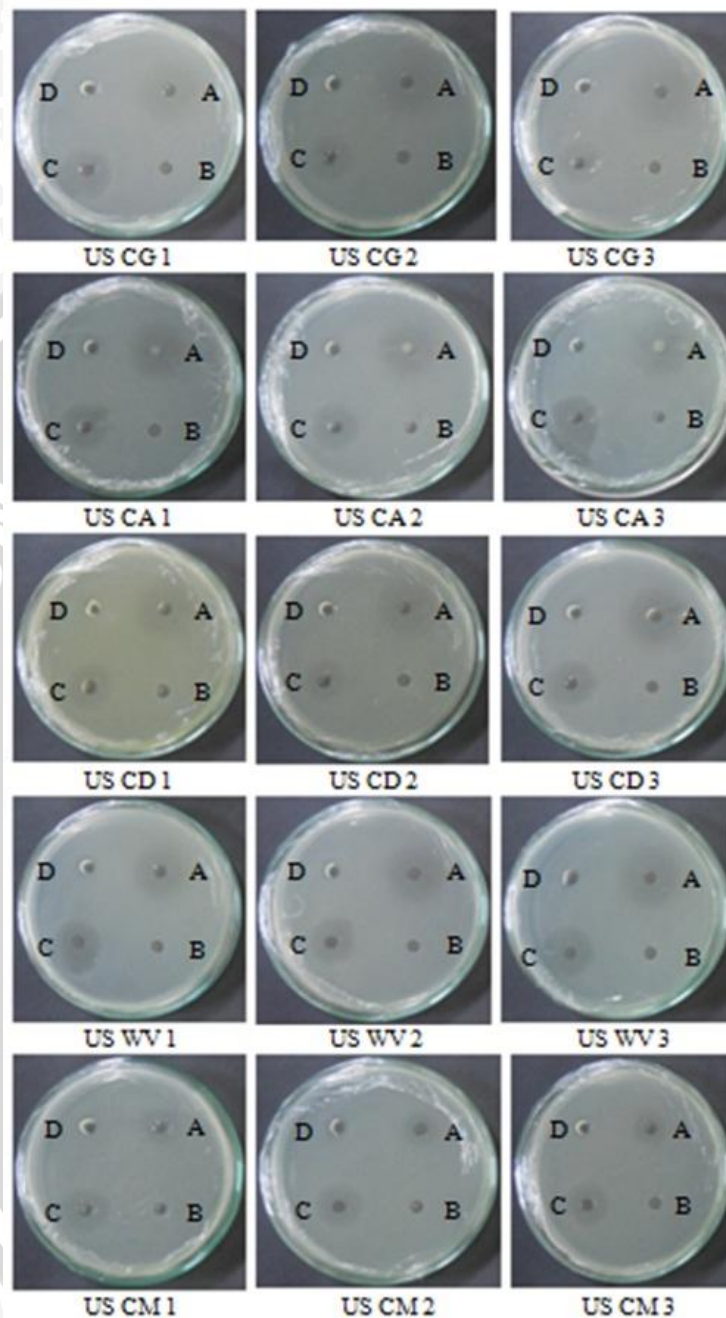
Lampiran 3. Nilai pH

Jenis cuka	Nilai pH
Cuka glasial 2.5%	2.71
Cuka glasial 3%	2.70
Cuka glasial 3.5%	2.61



Lampiran 4. Gambar Hasil Uji Sensitivitas Antibakteri

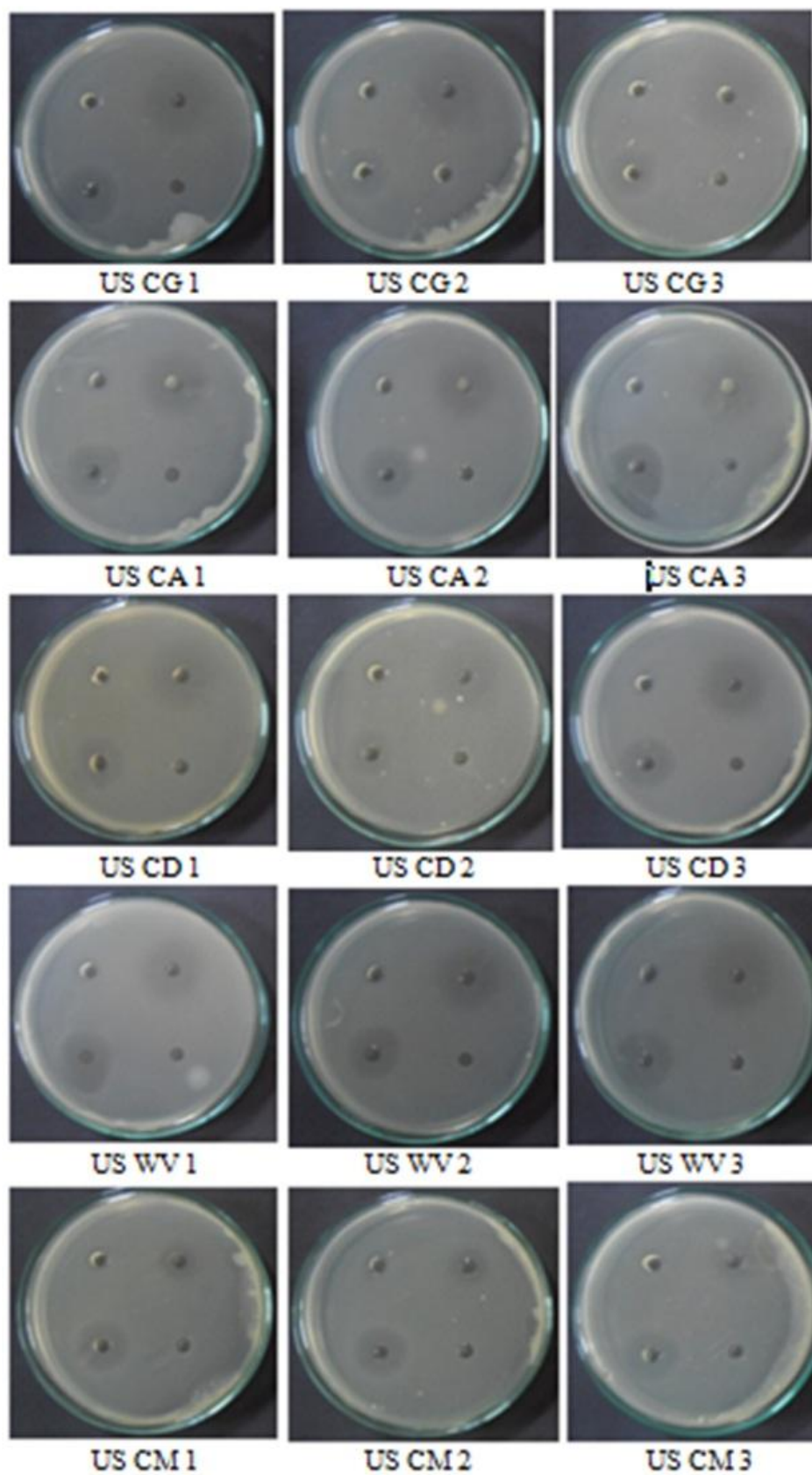
1 HSI



Keterangan:

US CG 1: cuka glasial 2.5%, US CG 2: cuka glasial 3%, US CG 3: cuka glasial 3.5%, US CA 1: cuka apel 2.5%, US CA 2: cuka apel 3%, US CA 3: cuka apel 3.5%, US CD 1: cuka dapur 2.5%, US CD 2: cuka dapur 3%, US CD 3: cuka dapur 3.5%, US WV 1: white vinegar 2.5%, US WV 2: white vinegar 3%, US WV 3: white vinegar 3.5%, US CM 1: cuka madu 2.5%, US CM 2: cuka madu 3%, US CM 3: cuka madu 3.5%, A: jenis-jenis cuka, B: aquades, C: streptomisin, D: alcohol

2 HSI



3 HSI

