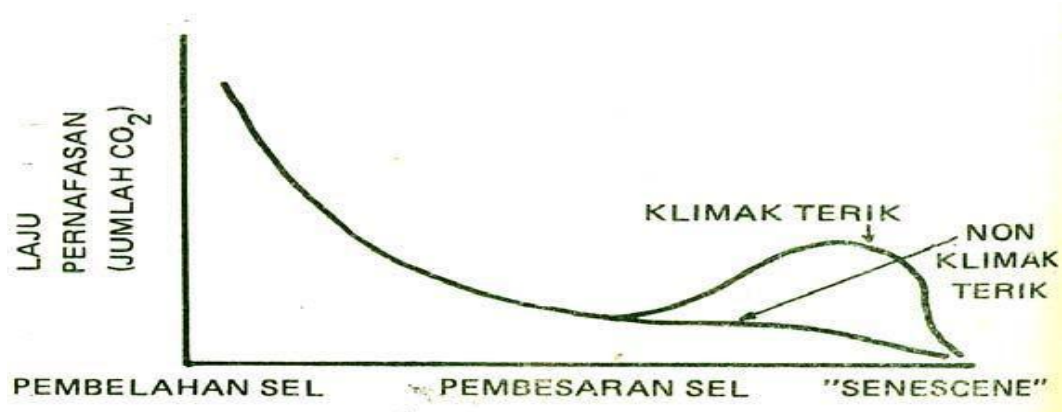


II. TINJAUAN PUSTAKA

A Tomat dan Kerusakannya

Tomat (*Lycopersium esculentum*) merupakan buah klimakterik. Ciri buah klimakterik adalah adanya peningkatan respirasi yang tinggi dan mendadak (*respiration burst*) yang menyertai atau mendahului pemasakan, melalui peningkatan CO₂ dan etilen. Tomat (*Lycopersium esculentum*) yang disimpan di suhu ruang akan mengalami proses pematangan (*maturation*) dan diikuti dengan proses pembusukan. Masa simpan buah klimakterik yang pendek menjadikan kerusakan pascapanen yang cepat (Widodo dkk., 2013). Pada gambar berikut tersaji kurva hubungan antara pertumbuhan buah dengan jumlah CO₂ yang dikeluarkan selama respirasi (Dwiari, 2008; Anugerah, 2012).



Gambar 1. Skema (kurva) hubungan antara pertumbuhan buah dengan jumlah CO₂ yang dikeluarkan selama respirasi (Dwiari, 2008; Anugerah, 2012)

Buah tomat (*Lycopersium esculentum*) setelah dipanen masih melakukan proses metabolisme menggunakan cadangan makanan yang terdapat dalam buah. Berkurangnya cadangan makanan tersebut tidak dapat digantikan karena buah

sudah terpisah dari pohonnya, sehingga mempercepat proses hilangnya nilai gizi buah dan mempercepat proses pemasakan (Wills *et.al.*, 2007; Novita dkk., 2012). Dalam proses ini oksigen diserap untuk digunakan pada proses pembakaran yang menghasilkan energi dan diikuti oleh pengeluaran sisa pembakaran dalam bentuk CO₂ dan air. Contoh reaksi yang terjadi pada proses respirasi sebagai berikut (Dwiari, 2008; Anugerah, 2012): $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{energi}$

Kegiatan metabolisme yang utama pada buah adalah respirasi yaitu pemecahan bahan-bahan kompleks dalam sel seperti tepung, glukosa (C₆H₁₂O₆) dan asam amino menjadi molekul sederhana seperti CO₂ dan air serta energi dan molekul lainnya yang dapat digunakan oleh sel untuk reaksi sintesis (Miranti, 2009). Menurut Mikasari (2004), proses respirasi pada buah berguna sebagai petunjuk lama penyimpanan buah, semakin rendah laju respirasi memberikan umur simpan yang semakin panjang dan sebaliknya. Laju respirasi yang tinggi mempercepat batas penyimpanan buah yang ditandai oleh adanya kerusakan fisik dan kimia, perubahan fisik pada buah seperti warna kulit menguning disertai bintik hitam yang semakin meluas dipermukaan kulit, aroma buah berubah menjadi asam dan buah menjadi lunak dan rasio daging atau kulit buah. Sifat kimia yang berubah meliputi kandungan karbohidrat, gula, pH, rasa, aroma, vitamin (Santoso dan Purwoko, 1995). Kartasapoetra (1994), memperkirakan kerusakan pasca panen toman di daerah tropis berkisar 5-50%. Berdasarkan penelitian Dewi (2013) menyatakan buah tomat yang disimpan dengan menggunakan plastik memiliki umur simpan 8-11 hari, sedangkan tomat yang disimpan pada suhu ruang memiliki umur simpan 9-10 hari. Masa simpan buah

tomat paling lama terdapat pada buah tomat yang disimpan dalam suhu rendah yaitu 12 hari.

Selain respirasi, kerusakan tomat juga dipercepat akibat aktifitas transpirasi, dimana transpirasi itu sendiri ialah merupakan kehilangan air karena evaporasi. Evaporasi ini karena adanya perbedaan tekanan air di luar dan di dalam buah. Tekanan air di dalam buah lebih tinggi sehingga uap air akan keluar dari buah. Menurut Pantastico (1986) dan Lathifa (2013), tempat transpirasi utama pada tanaman adalah hidatoda, mulut kulit, dan kutikula.

Beberapa bakteri yang menyebabkan Busuk basah pada tomat secara garis besar dibedakan menjadi 4 spesies, diantaranya yang sering ditemukan dan yang paling agresif adalah *Pectobacterium Carotovorum*. Beberapa spesies lain seperti *Pseudomonas*, *Xanthomonas* dan *Bacillus* dapat menyebabkan kerusakan pada buah tomat (Jerry *et.al.*, 2013). Berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan Ririn dkk., 2015, didapat dua bakteri yang mampu membuat busuk buah tomat yaitu bakteri x dan bakteri y. Bakteri y mampu membuat kebusukan lebih cepat bila dibandingkan dengan bakteri x. Ekstrak belimbing wuluh 10% mampu melindungi buah tomat dari bakteri y, namun seiring peningkatan konsentrasi efektifitas perlindungan mengalami penurunan. Pemberian ekstrak belimbing wuluh tidak dapat melindungi tomat dari bakteri x, bahkan mampu meningkatkan populasi bakteri x.

B Edible Coating

Metode yang digunakan untuk menghambat proses metabolisme pada buah tomat dapat dilakukan dengan penyimpanan atmosfer terkendali (Kader,

1985), namun metode ini memerlukan biaya yang tinggi. Metode lain yang lebih praktis dan ekonomis adalah dengan meniru mekanisme atmosfer terkendali dengan penggunaan bahan pelapis (*coating*).

Edible coating merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperpanjang umur simpan dan mempertahankan mutu dari buah-buahan pada suhu ruang (Pantastico, 1993; Sholeha dkk, 2015). *Edible coating* merupakan lapisan tipis dan kontinyu yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan dan merupakan barrier terhadap uap air dan oksigen serta memberikan penahanan yang selektif terhadap perpindahan massa. *Edible coating* juga dapat mencegah kerusakan akibat penanganan mekanik dengan membantu mempertahankan integritas struktural, mencegah hilangnya senyawa-senyawa volatile dan sebagai carrier zat aditif seperti zat anti mikrobial dan antioksidan (Kester dan Fennema, 1988; Lestari, 2008). Bahan *coating* yang dipilih harus memenuhi beberapa kriteria, antara lain: mampu menahan permeasi oksigen dan uap air, tidak berwarna, tidak berasa, tidak menimbulkan perubahan pada sifat makanan dan aman dikonsumsi.

Edible coating dapat dibuat dari tiga jenis bahan yang berbeda yaitu hidrokoloid (protein dan polisakarida), lipida, dan komposit atau kombinasinya (Krochta et al, 1994 ; Lathifa, 2013). Hidrokoloid terdiri atas Protein, turunan Selulosa, Alginat, Pektin, tepung dan Polisakarida lainnya, sedangkan Lipid terdiri dari lilin (*waxes*), asilgliserol dan asam lemak. Bahan baku yang dapat ditambahkan dalam pembuatan *coating* adalah antimikroba, antioksidan, flavor, pewarna dan *plasticizer*. *Edible coating* berbahan dasar polisakarida yang banyak

digunakan antara lain selulosa, pati dan turunannya, ekstrak rumput laut, *excudate gums*, *seed gums* serta *microbial fermentation gums*. Protein terdapat pada gelatin, kasein, protein kedelai, susu gluten dari gandum dan *zein* (Krochta et al, 1994 ; Lathifa, 2013).

Melalui pendekatan teknologi yang tepat, potensi limbah kulit udang, kulit kerang dan krustarea lainnya dapat diolah lebih lanjut menjadi senyawa polisakarida dimana didalamnya termasuk chitin $[(C_8H_{13}NO_5)_n]$. Chitin ini dapat diolah lebih lanjut menjadi Kitosan $[(C_6H_{11}NO_4)_n]$ dan glukosamin $(C_6H_{13}NO_5)$. Proses ekstraksi kitosan terdiri dari tiga tahap, yaitu : deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi. Tahap deproteinasi dan demineralisasi akan menghasilkan senyawa kitin, sedangkan tahap deasetilasi akan merubah senyawa kitin menjadi kitosan. Ketiga produk ini mempunyai sifat mudah terurai dan tidak mempunyai sifat beracun sehingga sangat ramah terhadap lingkungan (Robert, 1992 dan Sedjati, 2006; Swastawati et al, 2008).

Luka kecil dan goresan pada permukaan jeruk dapat ditutupi oleh aplikasi *edible coating*. Keuntungan lain yang jelas dari *coating* adalah peningkatan kilap (*gloss*) buah serta memperbaiki penampilan jeruk sehingga lebih dapat diterima oleh konsumen (Shahid and Nadeem, 2011). *Edible coating* telah diterapkan pada buah seperti jeruk dan apel sebagai pengemas dan ditampilkan di supermarket tanpa kemasan (plastik) (Baldwin, 2005). *Edible coating* menggunakan bahan dasar polisakarida (karagenan) banyak digunakan terutama pada buah dan sayuran, karena memiliki kemampuan bertindak sebagai membrane permeabel yang selektif terhadap pertukaran gas karbondioksida dan oksigen (Budiman,

2011). Gliserol merupakan *Plasticizer* yang ditambahkan dalam pembuatan *edible coating* sehingga dapat menghasilkan *edible* yang lebih fleksibel dan halus.

C Kitosan

Kitosan adalah polisakarida alami hasil dari proses deasetilasi (penghilangan gugus-COCH₃) kitin. Kitin merupakan penyusun utama eksoskeleton dari hewan air golongan *crustacea* seperti kepiting dan udang. Kitin tersusun dari unit-unit *N-asetil-D-glukosamin* (*2-acetamido-2-deoxy-D-glucopyranose*) yang dihubungkan secara linier melalui ikatan β -(1→4). Kitin berwarna putih, keras, tidak elastis, merupakan polisakarida yang mengandung banyak nitrogen, namun menjadi sumber polusi utama di daerah pantai. Kitosan disusun oleh dua jenis gula amino yaitu *glukosamin* (*2-amino-2-deoksi-D-glukosa*, 70-80 %) dan *N-asetilglukosamin* (*2-asetamino-2-deoksi-D-glukosa*, 20-30%) (Goosen, 1997).

Bahan baku kitosan yang berasal dari kulit udang memiliki jumlah produksi yang melimpah, Kitosan memiliki sifat mekanisme penghambatan bakteri. Dimana kitosan akan berikatan dengan protein membran sel, yaitu glutamat yang merupakan komponen membran sel. Selain berikatan dengan protein membran, kitosan juga berikatan dengan fosfolipid membran, terutama fosfatidil kolin (PC), sehingga meningkatkan permeabilitas innermembran (IM). Naiknya permeabilitas IM akan mempermudah keluarnya cairan sel bakteri yang nantinya menyebabkan kematian sel (Simpson, 1997).

Kitosan sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan antibakteri, karena mengandung enzim *lysosim* dan gugus *aminopolysacharida* yang dapat

menghambat pertumbuhan bakteri. Kemampuan dalam menekan pertumbuhan bakteri disebabkan Kitosan memiliki polikation bermuatan positif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan kapang (Wardaniati, 2009).

Penelitian yang dilakukan Jiang dan Tsang (2005) membuktikan bahwa *coating* kitosan (2% kitosan dalam 5% asam asetat) mampu menghambat penurunan kandungan antosianin dan peningkatan aktivitas *polyphenol oxidase* pada penyimpanan buah leci. *El Ghaouth et.al* (1992) melaporkan bahwa pelapisan kitosan (1% dan 2 % dalam 0.25 N HCl) mengurangi kecepatan respirasi dan produksi etilen pada tomat. Tomat yang di-*coating* dengan kitosan lebih keras, titrasi keasaman lebih tinggi, dan lebih sedikit pigmentasi merah dibandingkan Kontrol setelah penyimpanannya selama 4 minggu pada suhu 20⁰C. Novita dkk, (2012) menunjukkan hasil terbaik diperoleh dari penelitian pendahuluan adalah perendaman tomat dalam kitosan dengan konsentrasi 1% dan lama perendaman selama 10 menit yang mampu mengurangi laju respirasi sehingga dapat mencegah penurunan total padatan terlarut selama penyimpanan 30 hari.

Kitosan dapat berfungsi sebagai anti mikrobial, pelapis (*coating*), pengikat protein dan lemak. Pelapis dari polisakarida merupakan penghalang (*barrier*) yang baik, sebab pelapis jenis ini bisa membentuk matrik yang kuat dan kompak yang bersifat permiabel terhadap CO₂ dan O₂. Sebagai pelapis kitosan mampu melindungi dan melapisi bahan makanan sehingga dapat mempertahankan rasa asli dan menjadi penghalang masuknya mikroba, Hal ini dikarenakan muatan positif yang berasal dari gugus asam amino dalam suasana pH asam (dibawah

6,5), yang menyebabkan depolarisasi membran seluler mikroba, sebagai akibat terganggunya integritas dinding sel dari hubungan molekul yang menyebabkan kematian bagi mikroba (Suseno, 2006 ; Sadjati, 2006).

Menurut Robert (1992) dan Sedjati (2006) kitin merupakan senyawa terbesar kedua di dunia setelah selulosa. Kitin banyak ditemukan pada kulit dan kepala hewan kelompok avertebrata berkulit keras (krustacea), serangga dan beberapa mikroorganisme. Knorr (1984) menyatakan bahwa dari sekian banyak sumber kitin dan kitosan, hanya kulit udang dan kepiting yang sudah dimanfaatkan secara komersial.

D Belimbing Wuluh

Kadar senyawa aktif tertinggi terdapat pada bagian daun (Leinmuler dkk. 1991 *cit.* ;Abdurohman, 1998 ; Ni Putu, 2014). Zat-zat aktif yang terkandung dalam daun belimbing wuluh adalah tanin, sulfur, asam format, dan flavonoid (Wijayakusuma, 2006 dalam Ni Putu, 2014). Berdasarkan hasil pemeriksaan kandungan kimia belimbing wuluh yang dilakukan Faradisa (2008) menunjukkan bahwa buah belimbing wuluh mengandung golongan senyawa oksalat, minyak atsiri, Fenol, Flavonoid dan Pektin. Batang belimbing wuluh mengandung Saponin, Tanin, Glukosida, Kalsium Oksalat, Sulfur, Asam Format, Peroksida, sedangkan Daunnya mengandung Tanin, Sulfur, Saponin, Flavonoid, Asam Format, Peroksida, Kalsium Oksalat, Kalium Sitrat. Senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan misalkan flavonoid, tanin, dan saponin berdasarkan beberapa hasil penelitian mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri, di dalam daun belimbing wuluh mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu

flavonoid dan tanin sehingga senyawa aktif tersebut dapat digunakan sebagai antibakteri (Wijayakusuma, 2006 dalam Ni Putu, 2014).

Senyawa tersebut mampu menghambat aktivitas mikroba melalui mekanisme; Tanin merusak membran sel sehingga menghambat pertumbuhan bakteri, Alkaloid akan berikatan dengan DNA sel untuk mengganggu fungsi sel bakteri, Flavonoid mendenaturasi protein sel bakteri dan membran sel tanpa dapat diperbaiki lagi, Saponin merusak membran sitoplasma dan kemudian membunuh sel bakteri. Mekanisme kerja antibakteri Tanin, Flavonoid dan Triterpenoid pada ekstrak belimbing wuluh diduga mampu merusak membran sitoplasma dengan mekanisme kerja yang berbeda (Mukhlisoh, 2010). Sehingga daun belimbing wuluh dijadikan obat tradisional karena di dalam daun belimbing wuluh terdapat zat-zat aktif yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang sering disebut zat antiseptik (Wijayakusuma, 2006 dalam Ni Putu, 2014).

Saat terjadinya kerusakan membran sitoplasma, ion H^+ dari senyawa fenol dan turunannya (*flavonoid*) akan menyerang gugus polar (gugus fosfat) sehingga molekul fosfolipida akan terurai menjadi gliserol, asam karboksilat dan asam fosfat. Hal ini mengakibatkan membran sitoplasma akan bocor dan pertumbuhan bakteri akan terhambat bahkan sampai kematian bakteri. Kerusakan pada membran sitoplasma mencegah masuknya bahan-bahan makanan atau nutrisi yang diperlukan untuk menghasilkan energi (Muhlison, 2010).

Senyawa Tanin merupakan senyawa turunan fenol yang secara umum mekanisme antimikrobanya dari senyawa fenol. Tanin merupakan *growth inhibitor*, sehingga banyak mikroorganisme yang dapat dihambat pertumbuhannya

oleh tanin. Tanin mempunyai target pada polipeptida dinding sel. Senyawa ini merupakan zat kimia yang terdapat dalam tanaman yang memiliki kemampuan menghambat sintesis dinding sel bakteri dan sintesis protein sel kuman gram positif maupun gram negatif. Aktivitas tanin sebagai antimikroba dapat terjadi melalui beberapa mekanisme yaitu menghambat enzim antimikroba dan menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara bereaksi dengan membran sel dan menginaktivasi enzim-enzim esensial atau materi genetik. Selanjutnya, senyawa tannin dapat membentuk kompleks dengan protein melalui interaksi hidrofobik sehingga dengan adanya ikatan hidrofobik akan terjadi denaturasi dan akhirnya metabolisme sel terganggu (Ummah, 2010; Sa'adah, 2010; Gusti, 2014).

Saponin merupakan glukosida yang larut dalam air dan etanol, tetapi tidak larut dalam eter. Saponin bekerja sebagai antibakteri dengan mengganggu stabilitas membran sel bakteri sehingga menyebabkan sel bakteri lisis, jadi mekanisme kerja saponin termasuk dalam kelompok antibakteri yang mengganggu permeabilitas membran sel bakteri, yang mengakibatkan kerusakan membran sel dan menyebabkan keluarnya berbagai komponen penting dari dalam sel bakteri yaitu protein, asam nukleat dan nukleotida (Ganiswarna, 1995 dalam Gusti, 2014).

Dari uji kualitatif dengan uji busa yang memberikan tinggi busa 1 cm menunjukkan bahwa daun belimbing wuluh mengandung senyawa saponin (Ni Putu, 2014). Pengujian tannin dilakukan sebanyak 2 ml Larutan uji ditambahkan 2 tetes larutan Pb asetat 10%. Terbentuk endapan berwarna putih menunjukkan adanya tannin (Ni Putu, 2014). Pengujian Flavonoid sebanyak 1 mL larutan

ekstrak uji diuapkan, dibasahkan sisanya dengan aseton P, ditambahkan sedikit serbuk halus asam borat P dan serbuk halus asam oksalat P, dipanaskan hati-hati di atas tangas air dan dihindari pemanasan berlebihan. Sisa yang diperoleh dicampur dengan 10 mL eter P. Diamati dengan sinar UV366; larutan berfluoresensi kuning intensif, menunjukkan adanya flavonoid (Ni Putu, 2014).

Menurut penelitian Winarti (2005) dalam Ni Putu (2014), konsentrasi daun belimbing wuluh yang diuji mulai dari konsentrasi 0%, 1%, 1,5%, 3,5%, 6%, 7,5%, 9%, dan 10,5%. Penetapan rentang konsentrasi ditetapkan berdasarkan penelitian sebelumnya dimana telah diketahui nilai MFC (*Minimal Fungicidal Contentration*) dari daun belimbing wuluh terhadap *Staphylococcus aureus* adalah 10,5%. Diketahui dari penelitian pendahuluan pada uji daya hambat ekstrak belimbing wuluh mampu menghambat mikroba (bakteri dan yeast) yang dominan pada tomat busuk dengan diameter hambat 0,5 cm pada konsentrasi ekstrak belimbing wuluh 20% (Ririn dkk, 2015).

Ekstraksi merupakan peristiwa pemindahan massa zat aktif yang semula berada dalam sel ditarik oleh pelarut sehingga terjadi larutan zat aktif dalam pelarut tersebut (Ahmad, 2006). Pada umumnya ekstraksi akan bertambah baik bila permukaan serbuk simplisia yang bersentuhan dengan pelarut makin luas. Tetapi dalam pelaksanaannya tidak selalu demikian karena ekstraksi masih tergantung juga pada sifat fisik dan kimia simplisia yang bersangkutan (Ahmad, 2006). Dalam metode ekstraksi bahan alam, dikenal suatu metode maserasi. Maserasi merupakan suatu metode ekstraksi menggunakan lemak panas. Akan tetapi penggunaan lemak panas ini telah digantikan oleh pelarut-pelarut organik

yang volatil. Penekanan utama pada maserasi adalah tersedianya waktu kontak yang cukup antara pelarut dan jaringan yang diekstraksi (Guether, 1987; Sa'adah 2010).

Maserasi merupakan cara ekstraksi yang sederhana. Maserasi dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam pelarut. Pelarut akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif sehingga zat aktif akan larut. Karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel, maka larutan yang terpekat di desak keluar. Keuntungan cara ekstraksi ini, adalah cara pengerjaan dan peralatan yang digunakan sederhana dan mudah diusahakan, murah dan selain itu dikhawatirkan senyawa yang terkandung pada buah belimbing wuluh merupakan senyawa yang tidak tahan terhadap panas, sehingga metode maserasi dinilai lebih sesuai untuk digunakan. Sedangkan kerugiannya adalah waktu pengerjaannya lama dan ekstraksi kurang sempurna (Ahmad, 2006 ; Lathifah, 2008).

Pelarut yang digunakan dapat berupa air, etanol, air-etanol, atau pelarut lain. Gusti (2014) menggunakan metanol untuk mengekstrak senyawa aktif antimikroba dari daun mengkudu dan Zakaria *et al.* (2007) menggunakan akuades dan kloroform untuk mengekstrak senyawa aktif antibakteri dari daun dan buah belimbing wuluh. Metode ekstraksi yang digunakan pada kedua penelitian tersebut adalah maserasi. Pemilihan pelarut untuk ekstraksi harus mempertimbangkan banyak faktor. Pelarut harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut: murah dan mudah diperoleh, stabil fisika dan kimia, bereaksi netral, tidak

mudah menguap dan tidak mudah terbakar, selektif dan tidak mempengaruhi zat berkhasiat (Ahmad, 2006).

Dalam penelitian Lathifah (2008) menggunakan akuades, metanol, etanol, kloroform dan petroleum eter untuk mengekstrak senyawa aktif antimikroba dari daun belimbing wuluh menunjukkan bahwa etanol merupakan pelarut terbaik. Dimana konsentrasi ekstrak 300, 350, 400 dan 450 mg/mL dengan pelarut etanol berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) di antara konsentrasi lain. Ni Putu (2014), sebanyak 900 gram serbuk daun belimbing wuluh dimaserasi menggunakan 2,5 liter etanol 96% pada suhu kamar selama 1 hari disertai dengan pengadukan setiap 10 jam sekali menunjukkan bahwa belimbing wuluh dengan konsentrasi 10,5%, 11%, 12% efektif dapat membunuh bakteri mix saluran akar. Proses pengeringan ekstrak daun mengkudu yang dilakukan oleh Gusti (2014) dengan cara menimbang daun sebanyak 230 gram, kemudian dimaserasi menggunakan 2,5 liter etanol 80% pada suhu kamar selama 1 hari dan disertai dengan pengadukan setiap 10 jam sekali. Kemudian disaring dan didiamkan selama 1 hari, dilanjutkan ketahap pengentalan ekstrak menggunakan rotary evaporator (80 rpm, 450C, 0,62bar) (Gusti, 2014). Pengeringan dilakukan terkait dengan sifat fisik dari buah dan daun belimbing wuluh yang mudah busuk, dengan pengeringan daun dan buah belimbing wuluh akan lebih awet dan tahan terhadap mikroba (Lathifah, 2008).