

IV. PEMBAHASAN

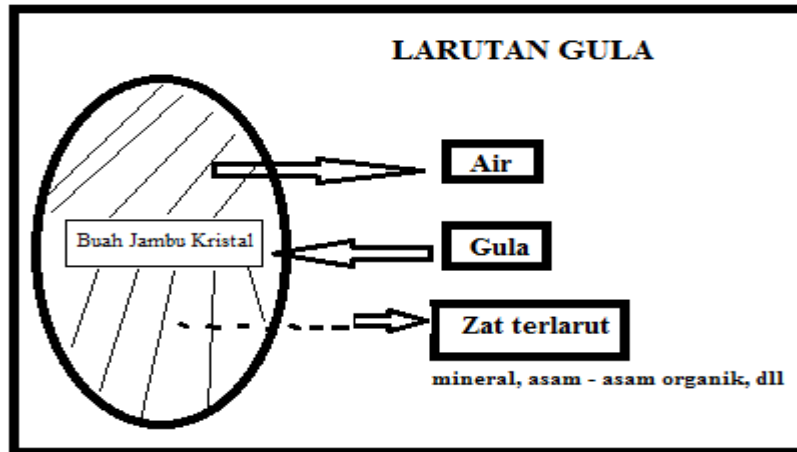
Tahap penting dalam pengujian antioksidan adalah proses ekstraksi dan pada penelitian ini dilakukan optimasi ekstraksi menggunakan pelarut metanol. Penggunaan atau pemilihan metanol dalam proses ekstraksi sesuai dengan yang disampaikan oleh Marinova (2011), yaitu dalam pengujian antioksidan dengan DPPH pelarut yang umum digunakan adalah metanol dan etanol, selain itu dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pelarut metanol dalam pengujian DPPH adalah lebih dominan. Optimasi konsentrasi metanol dalam penelitian ini cukup penting karena untuk menentukan konsentrasi metanol yang paling efektif dalam mengekstrak senyawa antioksidan dan hal ini sejalan dengan yang dilakukan oleh Hashim (2016). Optimasi konsentrasi metanol yang digunakan dalam penelitian ini ada 4 konsentrasi, yaitu 25%, 50%, 75% dan 100%. Hasil aktivitas antioksidan yang dihasilkan dari optimasi konsentrasi metanol pada proses ekstraksi pada tabel 4 menunjukkan bahwa metanol dengan konsentrasi 75% adalah paling optimum. Metode yang dipilih dalam proses ekstraksi antioksidan dari buah jambu kristal adalah dengan metode maserasi. Metode maserasi adalah salah satu cara ekstraksi yang sering dilakukan, ekstraksi ini cukup mudah dikerjakan dan dapat diaplikasikan untuk proses ekstraksi dengan menggunakan jumlah sampel yang kecil maupun sampai sampel yang besar (Benchaachoua et al., 2018).

Penggunaan metanol untuk ekstraksi antioksidan dikarenakan metanol merupakan salah satu pelarut yang efektif untuk proses ekstraksi dan hasil pengujian menunjukkan hasil yang lebih efektif dibandingkan pelarut lain (Truong et al., 2019). Metanol dan etanol merupakan pelarut yang umum digunakan untuk proses ekstraksi antioksidan tumbuhan dan bahan dasar tanaman baik untuk buah dan sayuran (Sultana et al., 2009). Studi lain menyampaikan bahwa metanol dapat melarutkan beberapa komponen yang bersifat polar, seperti gula, asam amino, glikosida, senyawa fenolik dengan berat molekul kecil dan medium, antosianin, terpenoid, saponin, tannin, totarol, lakton, phenone dan polifenol (Widyawati, 2014). Penggunaan metanol dengan konsentrasi 75% sesuai dengan beberapa studi lain, yaitu ketika air bercampur dengan pelarut organik akan berkontribusi untuk menciptakan kondisi yang polar sehingga proses ekstraksi antioksidan dapat lebih optimal. Pemilihan pelarut untuk ekstraksi antioksidan dengan polaritas yang tepat sangat penting karena akan mengoptimalkan proses ekstraksi dan hal ini berkaitan juga dengan polaritas senyawa antioksidan yang berbeda – beda (Ahmed et al., 2017). Pembuatan manisan buah – buahan merupakan salah satu metode untuk memperpanjang umur simpan buah – buahan. Untuk mendapatkan produk manisan

dengan kualitas yang optimum, maka komponen yang penting untuk diperhatikan adalah konsentrasi larutan gula yang digunakan pada proses perendaman. Menurut Torreggiani (1993), umumnya larutan gula yang digunakan pada proses dehidrasi osmosis mempunyai konsentrasi yang tinggi, yaitu antara 60 – 70%. Pada penelitian pendahuluan dilakukan perendaman larutan gula dengan konsentrasi yang berbeda, yaitu dari konsentrasi rendah sampai tinggi dengan waktu perendaman selama tujuh jam. Data hasil pengujian pada tabel 5 menunjukkan setelah digunakan untuk perendaman, kandungan gula buah jambu kristal dan larutan gula menunjukkan perubahan, yaitu larutan gula yang digunakan untuk perendaman buah jambu kristal kandungan gulanya cenderung menurun dan untuk buah jambu kristal menunjukkan kenaikan. Perubahan kandungan gula baik pada larutan gula maupun pada buah jambu kristal pada percobaan ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Bekele and Hosahalli (2010) dan Phisut (2012) bahwa selama proses dehidrasi osmosisakan terjadi 2 aliran yang saling berlawanan dan berlangsung sekaligus, pertama keluarnya air dari bahan pangan dan masuk ke dalam larutan gula atau *osmotic agent* dan yang kedua adalah perpindahan *osmotic agent* atau larutan gula masuk ke struktur bahan pangan. Menurut Chavan (2012), beberapa jenis media yang dapat digunakan untuk membantu proses osmosis adalah sukrosa dan glukosa untuk buah – buahan serta garam untuk sayur – sayuran. Selain itu ada beberapa media lain yang digunakan dalam proses osmosis, seperti CaCl_2 , laktosa, maltodekstrin, sirup jagung dan campuran dari beberapa media tersebut. Penggunaan gula pada pembuatan manisan buah jambu kristal tentunya ada beberapa faktor yang mendasari, yaitu gula akan berkontribusi dalam mempertahankan pigment yang ada pada buah dan mengurangi kehilangan senyawa – senyawa yang mudah menguap selama proses dehidrasi osmosis (Khan et al., 2012).

Data pengujian massa larutan gula yang digunakan dalam proses dehidrasi osmosis pada tabel 8 untuk waktu perendaman 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 jam menunjukkan datanya cenderung sama. Massa larutan perendam yang cenderung sama tersebut karena selama proses dehidrasi osmosis ada 3 phenomena, yaitu :

- a. Keluarnya air dari produk pangan yang dilakukan proses dehidrasi osmosis.
- b. Adanya perpindahan larutan, yaitu masuknya larutan gula yang digunakan untuk perendaman dan masuk ke produk pangan.
- c. Terjadinya *leaching* atau pencucian, yaitu keluarnya asam – asam organik, vitamin, mineral dan gula dari produk pangan (Akbarian et al., 2014).



Gambar 15. Transfer massa selama proses dehidrasi osmosis(Saurel et al., 1994)

Berdasarkan data tabel 9, kandungan gula pada larutan yang digunakan untuk merendam buah jambu kristal semakin lama waktu perendaman kadar gulanya semakin rendah. Pada perendaman jam ke tiga kandungan gula larutan yang digunakan untuk perendaman buah jambu kristal cenderung sudah stabil. Penurunan kandungan gula larutan yang digunakan untuk proses dehidrasi osmosis karena keluarnya air yang ada dalam buah dan masuk ke dalam larutan gula, sehingga akan menyebabkan konsentrasi gula larutan akan menurun (Landim et al., 2016). Hasil pengujian ini juga sependapat dengan Tiroutchelvet (2015), yaitu terjadinya proses difusi air ke dalam larutan yang konsentrasinya tinggi (*hypertonic solution*) melalui membran semi-permeabel sampai tercapai konsentrasi yang setimbang.

Data tabel 10, yaitu pengujian pH larutan gula yang digunakan untuk perendaman buah jambu kristal menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman maka pH larutan adalah semakin rendah atau semakin asam. Data hasil pengujian pH menunjukkan bahwa setelah waktu perendaman jam ke 3, pH larutan sudah cenderung stabil. Kecenderungan pH larutan yang semakin rendah atau semakin asam ini karena terlepasnya asam – asam organik dari buah jambu kristal selama proses perendaman dan asam – asam organik ini akan masuk ke dalam larutan gula yang digunakan untuk merendam buah (Kucner, 2014). Penurunan pH larutan gula pada proses dehidrasi osmosis buah jambu kristal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sivasakthi (2012).

Data tabel 11, hasil pengujian aktivitas antioksidan dan total antioksidan larutan gula yang digunakan untuk perendaman buah jambu kristal menunjukkan larutan gula yang digunakan untuk perendaman buah jambu kristal tidak terdeteksi adanya senyawa antioksidan. Hasil

pengujian aktivitas antioksidan dan total antioksidan larutan gula setelah digunakan untuk perendaman menunjukkan larutan gula tersebut mengandung senyawa antioksidan. Hasil pengujian yang menunjukkan larutan gula setelah digunakan untuk perendaman mengandung senyawa antioksidan sesuai dengan yang disampaikan oleh Landim (2016), yaitu selama proses dehidrasi osmosis terjadi migrasi larutan dari cairan perendam ke dalam buah dan keluarnya beberapa komponen padatan terlarut dari dalam buah selama proses perendaman. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan yang disampaikan oleh Araujo (2015), bahwa komponen yang keluar dari buah pada proses dehidrasi osmosis salah satunya adalah senyawa antioksidan yang akan menyebabkan larutan gula yang digunakan untuk perendaman terdeteksi mengandung senyawa antioksidan. Seperti diketahui buah jambu merupakan buah yang cukup kaya antioksidan karena mengandung berbagai senyawa seperti phenol, flavonoid dan vitamin C (Araujo et al., 2015). Hasil studi lain yang selaras dengan hasil penelitian ini juga menyampaikan bahwa selama proses dehidrasi osmosis terjadi proses *leaching* beberapa komponen yang larut air (Landim et al., 2016).

Berdasarkan data tabel 12, hasil pengujian massa sampel jambu kristal pada proses perendaman dengan larutan gula menunjukkan bahwa massa sampel cenderung sama atau tidak mengalami perubahan setelah dilakukan perendaman dengan larutan gula. Hasil pengukuran massa buah yang cenderung sama ini sejalan dengan yang disampaikan oleh Ramallo (2005), bahwa pada dehidrasi osmosis terjadi proses kombinasi yang simultan antara air yang keluar dan larutan gula yang masuk ke dalam bahan pangan. Massa buah jambu kristal yang cenderung tidak berubah setelah dilakukan perendaman dengan larutan gula disebabkan selama proses dehidrasi osmosis larutan gula akan masuk ke dalam buah dan juga cairan yang ada di dalam buah akan keluar dan masuk ke dalam larutan gula, sehingga menyebabkan massa sampel buah cenderung konstan atau tidak berubah setelah proses perendaman (Chambi et al., 2016).

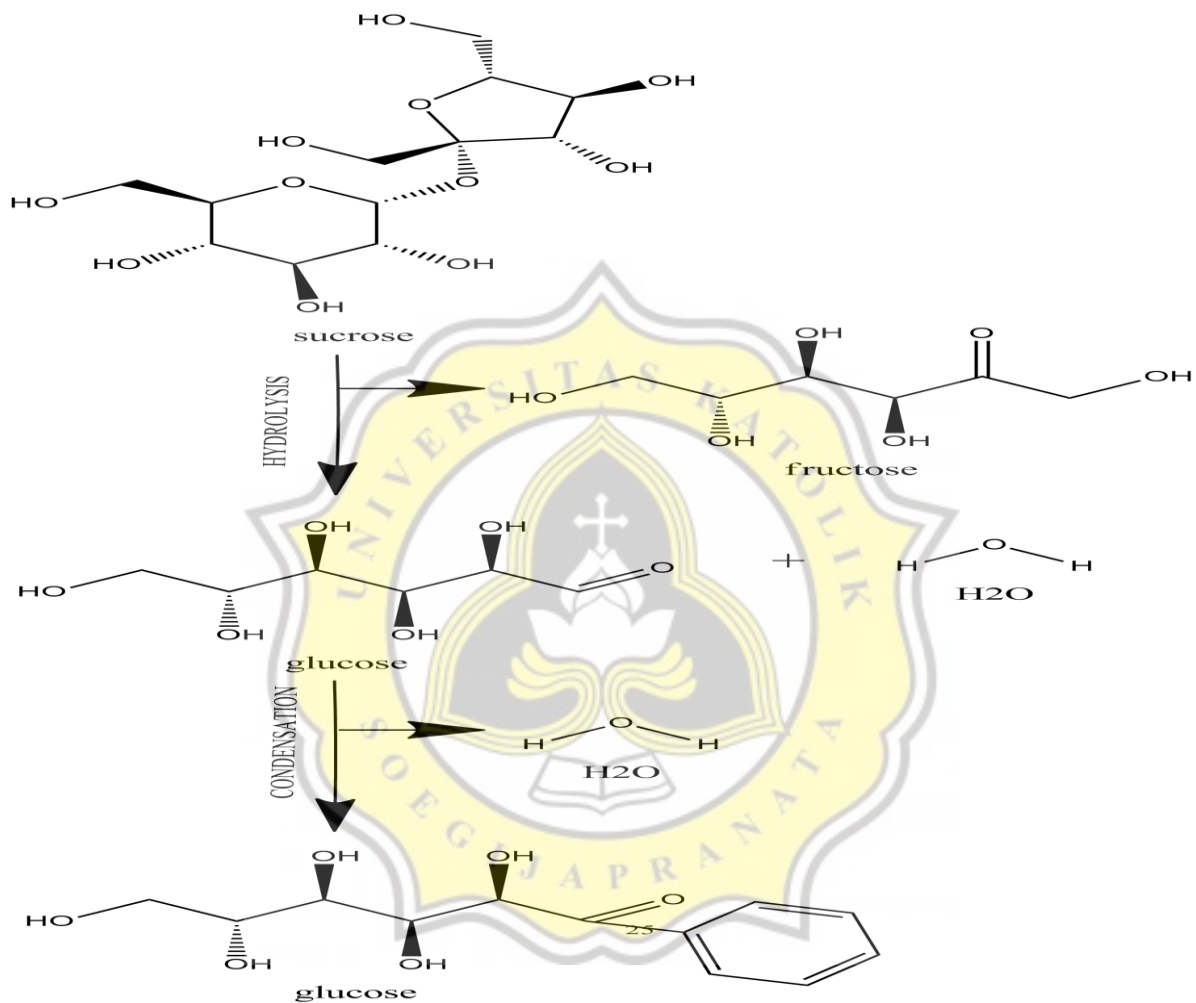
Berdasarkan data tabel 13, hasil pengujian kadar air manisan basah dan manisan kering menunjukkan bahwa pada manisan basah kadar air buah jambu kristal setelah dilakukan perendaman kadar airnya lebih rendah dibandingkan dengan bahan baku yang digunakan. Demikian juga semakin lama waktu perendaman kadar air buah jambu kristal juga menunjukkan kecenderungan penurunan. Pengolahan buah dengan metode dehidrasi osmosis secara khusus bertujuan untuk semaksimal mungkin mengeluarkan air dari bahan pangan dengan harapan cita rasa dan tekstur produk tidak banyak berbeda dengan buah segar

(Ramallo et al., 2005). Buah jambu kristal juga menunjukkan penurunan kadar air yang cukup besar setelah dilakukan proses dehidrasi osmosis. Penurunan kadar air buah jambu kristal setelah dilakukan perendaman dengan menggunakan larutan gula terjadi karena proses pengeluaran air dari sampel buah dan masuk ke dalam larutan gula (Paradkar et al., 2018). Buah jambu kristal yang telah dilakukan perendaman dengan menggunakan larutan gula akan dilanjutkan dengan pengujian antioksidan, namun sebelum dilakukan pengujian antioksidan akan dilakukan preparasi dengan mengeringkan buah jambu kristal dengan menggunakan freeze dryer. Pengeringan sampel atau preparasi sampel dengan menggunakan freeze dryer bertujuan agar kerusakan atau kehilangan komponen – komponen penting yang ada di dalam bahan pangan dapat lebih diminimalisir. Pengeringan sampel dengan menggunakan freeze dryer lebih baik, jika dibandingkan dengan pengeringan metode konvensional karena kerusakan komponen kimia seperti vitamin C, β -carotene, flavonoid dan phenolik relatif lebih kecil (Shofian et al., 2011 & Mahirah et al., 2018). Hasil pengujian kadar air pada manisan dengan menggunakan freeze dryer berkisar antara 9 – 13%, dan jika dilihat standar kadar air manisan kering maksimal adalah 44%, maka hasil pengeringan dengan freeze dryer ini sudah sesuai dengan standar SNI tentang produk manisan buah (SNI 01-4443-1998).

Data tabel 14, hasil pengujian vitamin C pada manisan kering buah jambu kristal menunjukkan kandungan vitamin C buah jambu kristal cukup tinggi. Vitamin C pada buah jambu kristal yang belum dilakukan perendaman dengan larutan gula adalah paling besar jika dibandingkan dengan buah jambu kristal yang telah dilakukan perendaman. Hasil pengujian vitamin C juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman maka kandungan vitamin C juga semakin menurun. Penurunan vitamin C pada penelitian ini juga sejalan dengan pernyataan dari Silva (2012), vitamin C terdegradasi oleh beberapa sebab yaitu karena garam, konsentrasi gula, pH, oksigen dan enzim. Proses dehidrasi osmosis tidak hanya terjadi perubahan atau penurunan kandungan air, tetapi akan terjadi pula perubahan komposisi nutrisi, warna dan juga perubahan karakteristik pada bahan pangan. Penurunan vitamin C pada proses dehidrasi osmosis juga dikuatkan oleh pernyataan Cvetković (2009), bahwa penurunan vitamin C pada proses dehidrasi osmosis karena vitamin C sensitif terhadap beberapa faktor, seperti suhu, konsentrasi gula, garam, pH, oksigen, cahaya dan kandungan mikroorganisme. Penurunan vitamin C juga disebabkan oleh beberapa faktor seperti proses pemasakan, pengalengan, cahaya dan udara (Ishaq et al., 2015).

Data tabel 15, hasil pengujian total antioksidan dan aktivitas antioksidan manisan buah jambu kristal dengan konsentrasi 10.000 ppm terlihat bahwa buah jambu kristal merupakan salah satu buah yang kandungan antioksidannya cukup tinggi. Hasil pengujian menunjukkan semakin lama waktu perendaman maka aktivitas antioksidan dan total antioksidan pada buah jambu kristal semakin rendah, meskipun pada waktu perendaman jam ke 4 sudah terlihat cenderung stabil. Hasil penelitian ini juga selaras dengan hasil penelitian dari Rahman (2018), yang menggunakan bahan baku buah pala pada proses dehidrasi osmosis. Pada penelitian yang menggunakan larutan gula dengan konsentrasi 60%, 70% dan 80% dan waktu perendam 0, 3, 6, 9, 12 dan 15 jam hasilnya menunjukkan semakin lama waktu dehidrasi osmosis antioksidan pada produk cenderung menurun. Ada beberapa faktor yang diduga menyebabkan hasil pengujian antioksidan pada sampel manisan buah jambu kristal terlihat menurun seiring dengan lama waktu perendaman dan juga peningkatan kandungan gula pada sampel manisan jambu kristal. Faktor pertama yang menyebabkan penurunan antioksidan adalah perpindahan antioksidan dari buah dan masuk ke dalam larutan perendam selama proses *osmotic dehydration* (Rahman *et al.*, 2018). Faktor kedua yang menyebabkan penurunan antioksidan seiring dengan peningkatan kandungan gula adalah kemungkinan adanya fenomena terjadinya reaksi kondensasi antara gugus hidroksil dari senyawa fenolik dalam buah jambu kristal dengan gugus hidroksil dalam molekul sukrosa dan membentuk glikosida (Fan *et al.*, 2017). Penurunan aktivitas antioksidan pada perendaman buah jambu kristal dengan larutan gula juga relevan dengan penelitian dari Shalaby (2016), penambahan susu dan gula pada teh mengakibatkan penurunan aktivitas antioksidan yang cukup besar. Hal ini disebabkan reaksi kondensasi antara hidroksil dari grup senyawa phenolik dalam ekstrak teh hijau dengan grup hidroksil dari molekul sukrosa dan membentuk glikosida. Hasil ini juga relevan dengan yang disampaikan Zhang (2009), senyawa kompleks seperti pentagalloylglucose, tetragalloylglucose and trigalloylglucose, cenderung akan membentuk reaksi dengan asam gallat dalam teh dimana grup hidroksil dari glukosa secara berkesinambungan digantikan oleh asam gallat. Penurunan antioksidan pada pengujian aktivitas antioksidan maupun total antioksidan pada buah jambu kristal, seiring lamanya waktu perendaman dalam larutan gula sesuai dengan penelitian Yadav and Singh (2012) bahwa pigmen, flavor, dan komponen volatile akan berpindah dari buah dan masuk ke dalam larutan yang digunakan untuk perendaman. Selain itu menurut Almeida (2014), konsentrasi gula yang tinggi akan mengakibatkan proteksi pada permukaan buah sehingga akan mencegah atau menghambat keluarnya komponen antioksidan. Selain itu penurunan antioksidan juga selaras dengan penelitian dari Chan (2013) pada beberapa sampel sayuran

dan rempah, yaitu faktor - faktor yang mempengaruhi penurunan antioksidan adalah berkaitan dengan blanching, proses pembekuan, proses pengawetan dengan garam dan pengawetan dengan cuka juga akan menyebabkan gangguan terhadap pengujian antioksidan. Buah jambu mengandung berbagai senyawa fenolik (Andreo et al., 2017). Hal ini sesuai dengan penelitian dari Shalaby (2016), yaitu penambahan gula pada teh hijau menunjukkan hasil pengujian aktivitas antioksidan semakin menurun.



Gambar 16. Reaksi Antara Gula dan Fenol

Berdasarkan data tabel 16, korelasi jambu kristal menunjukkan pengujian total antioksidan metode molibdate dengan pengujian aktivitas antioksidan metode DPPH pada buah jambu kristal yang dilakukan proses dehidrasi osmosis menunjukkan korelasi positif yang sangat nyata, yaitu semakin tinggi total antioksidan maka aktivitas antioksidannya juga akan semakin tinggi atau sebaliknya. Korelasi hasil pengujian antioksidan metode DPPH dengan metode molibdate yang menunjukkan korelasi positif yang sangat nyata ini menunjukkan bahwa pengujian aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dan total antioksidan metode

molibdate memungkinkan untuk dikorelasikan guna menunjukkan model evaluasi dari antioksidan pada tanaman yang cukup kompleks kandungan antioksidannya (Aliyu et al.,2012).Analisa korelasi total antioksidan metode molibdate dan aktivitas antioksidan metode DPPH dengan total gula menunjukkan korelasi negatif yang sangat nyata, yaitu semakin meningkat total antioksidan maupun aktivitas antioksidan maka total gulanya akan semakin turun atau sebaliknya.Korelasi negatif yang sangat nyata antara total gula dengan hasil pengujian antioksidan metode DPPH dan molibdate pada proses dehidrasi osmosis buah jambu kristal inididak sesuai dengan pendapat Giovanelli (2012), *osmotic agent* mempunyai kemampuan untuk meretensi atau menahan senyawa aktif dan juga kandungan antioksidan yang ada pada bahan yang dilakukan proses dehidrasi osmosis. Namun pada proses dehidrasi osmosis buah jambu kristal yang menggunakan *osmotic agent* larutan gula atau sukrosamenunjukkan bahwa gula atau sukrosa tidak mampu meretensi atau menahan kandungan antioksidan pada buah jambu kristal. Kemungkinan hal ini sesuai dengan pernyataanGiovanelli (2012)yaitu setiap *osmotic agent* mempunyai kemampuan retensi yang berbeda – beda, misalnya sukrosa mempunyai kemampuan yang lebih baik untuk menahan atau meretensi senyawa antosianin sedangkan untuk glukosa atau fruktosa mempunyai kemampuan yang lebih baik untuk meretensi senyawa fenolik dan total kapasitas antioksidan. Kemungkinan lain tentang korelasi total gula dengan hasil pengujian antioksidan yang menunjukkan korelasi negatif yang sangat nyata sesuai dengan penelitian dariShalaby (2016), tentang penambahan gula pada teh hasil pengujian antioksidan dengan 2 metode, hasil pengujian secara signifikanmenunjukkan penurunan.Penelitian dari Shalaby (2016) juga dikuatkan oleh penelitian dariOtemuyiwa (2017) yaitu penambahan gula pada minuman teh dan coklat cukup signifikan berpengaruh terhadap hasil pengujian antioksidan. Hasil analisa korelasi pengujian total antioksidan metode molibdate dan aktivitas antioksidan metode DPPH dengan pengujian vitamin C menunjukkan korelasi positif, yaitu semakin meningkat total antioksidan maka vitamin C juga akan meningkat atau sebaliknya.Hasil korelasi vitamin C dengan antioksidan sesuai dengan pernyataan dari Sripakdee (2017) bahwa vitamin C dan poliphenol merupakan kontributor utama untuk total antioksidan pada buah dan sayur.Untuk analisa korelasi pengujian total gula dengan pengujian vitamin C menunjukkan korelasi negatif yang sangat nyata, yaitu semakin meningkat kadar gula maka kandungan vitamin C semakin kecil atau sebaliknya. Korelasi antara total gula dengan vitamin C sesuai yang disampaikan oleh Jahan (2019), selama proses dehidrasi osmosis terjadi proses degradasi vitamin C sehingga ketika kandungan gula pada buah meningkat maka kandungan vitamin C pada buah akan turun.

Hasil analisa korelasi larutan gula pada tabel 17 menunjukkan bahwa hasil pengujian total antioksidan dengan metode molibdate dan aktivitas antioksidan metode DPPH menunjukkan korelasi positif yang sangat nyata maka semakin tinggi total antioksidan maka aktivitas antioksidannya juga semakin meningkat. Hasil korelasi antara pengujian DPPH dengan metode molibdate ini sesuai dengan pernyataan Aliyu (2012), bahwa 2 metode pengujian antioksidan ini dapat digunakan untuk evaluasi antioksidan pada tumbuh – tumbuhan dan turunannya. Hasil analisa korelasi antara total gula dengan pH menunjukkan korelasi positif yang sangat nyata, yaitu semakin menurun kandungan gula pada larutan maka pH larutan akan semakin menurun atau sebaliknya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Akabarian (2013) bahwa selama proses dehidrasi osmosis air yang ada dalam buah akan keluar dan masuk ke dalam larutan *osmotic agent* sehingga konsentrasi gula dalam *osmotic agent* akan menurun, demikian juga dengan asam – asam organik juga akan keluar dari buah dan masuk ke dalam *osmotic agent* sehingga pH *osmotic agent* akan menurun. Hasil analisa korelasi pengujian total antioksidan metode molibdate dan aktivitas antioksidan metode DPPH dengan hasil pengujian pH menunjukkan korelasi negatif yang sangat nyata, yaitu semakin meningkat antioksidan larutan maka pH larutan akan semakin menurun atau sebaliknya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Khin (2005), bahwa pada proses dehidrasi osmosis vitamin dan asam – asam organik akan keluar dari bahan pangan dan masuk ke dalam larutan *osmotic agent*. Masuknya vitamin ke dalam *osmotic agent* akan menyebabkan antioksidan pada *osmotic agent* meningkat sedangkan asam – asam organik akan menyebabkan pH larutan *osmotic agent* cenderung turun.

Hasil analisa korelasi tabel 18 untuk pengujian aktivitas antioksidan metode DPPH larutan gula dengan aktivitas antioksidan metode DPPH manisan buah jambu kristal menunjukkan korelasi negatif yang sangat nyata. Hasil analisa korelasi total antioksidan larutan gula dengan total antioksidan manisan buah jambu kristal menunjukkan korelasi negatif yang sangat nyata. Korelasi negatif yang sangat nyata dapat disebabkan karena terjadi proses osmosis, yaitu perpindahan konsentrasi zat yang lebih rendah ke konsentrasi zat yang lebih tinggi melalui membran *semi permeable*. Zat yang berpindah dapat mengandung komponen volatil, pigmen, flavor dan antioksidan (Rahman *et al.*, 2018).