

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Klasifikasi dan karakteristik jeruk keprok

a. Klasifikasi jeruk keprok

Jeruk keprok (*Citrus reticulata* L.) sering dikenal dengan sebutan jeruk mandarinnya Indonesia (Tuwo, Tambaru dan Marianty, 2022). Di Indonesia jenis jeruk keprok banyak dikembangkan karena dapat tumbuh di daerah dataran tinggi maupun dataran rendah. Menurut Soelarso (1996) klasifikasi tanaman jeruk keprok sebagai berikut :

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Geraniales
Famili	: Rutaceae
Genus	: Citrus
Species	: <i>Citrus reticulata</i> L.



Gambar 1. Buah jeruk keprok

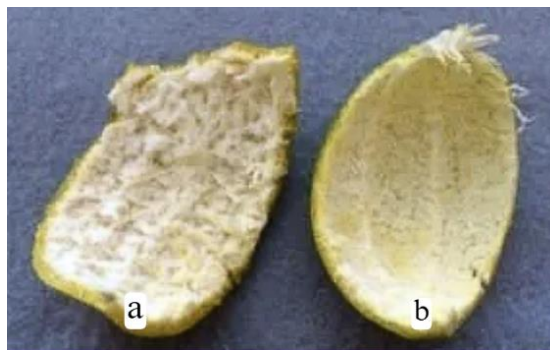
Sumber: Rochmansupriati, 2021

b. Karakteristik jeruk keprok

Jeruk keprok tergolong kedalam golongan jeruk yang memiliki rasa manis sedikit masam yang menyegarkan. Buah Jeruk keprok berbentuk bulat tidak sempurna (Bulat Tertekan) dengan diameter rata-rata 5,19 cm serta memiliki ciri khas konde. Ukuran panjang berkisar 5 sampai 8 cm dengan berat yang bervariasi antara 124 sampai 274 gram. Pada jenis buah ini, memiliki bagian dinding buah yang dibedakan menjadi tiga lapisan: kulit luar (*epicarpium*), kulit tengah (*mpesocarpium*), dan kulit dalam (*endocarpium*) (Tjitrosoepomo, 2005).

Ciri khas dari kulit jeruk keprok yaitu kaku sedikit tebal dengan tekstur agak kasar. Warna kulit jeruk keprok menarik dan mudah dikupas. Tjitrosoepomo (2005), melaporkan bahwa pada kulit buah jeruk terdiri dari tiga lapisan yaitu: kulit luar (*flavedo*) yang bersifat kaku dan memiliki kandungan minyak atsiri yang banyak, pada bagian ini juga buah jeruk yang awalnya berwarna hijau berubah warna menjadi kuning apabila masak, kulit tengah (*albedo*) berbentuk seperti spons yang terdiri dari jaringan bunga karang yang berwarna putih, dan kulit dalam yang bersekat dan membentuk ruang. Perbedaan kulit buah jeruk keprok dengan siam dapat dibedakan melalui pori-pori yang dimiliki jeruk siam lebih rapat dibandingkan dengan jeruk keprok. Tetapi, terdapat beberapa varietas jeruk keprok tertentu juga memiliki kulit buah yang tipis dan mirip dengan jeruk siam.

Pada bagian daging buah (*pulp*) berwarna *orange* yang mengandung banyak air. Buah jeruk keprok memiliki rasa yang manis sedikit asam namun sangat menyegarkan. Daging buah jeruk keprok berwarna *orange* dengan jumlah isian sekitar 10 sampai 14 juring (Kementerian Pertanian, 2021). Pada bagian juring buah jeruk keprok mengandung banyak biji yang berbentuk bulat telur terbalik dengan permukaan mengkilat.



Gambar 2. Albedo jeruk

Keterangan : (a) Albedo jeruk keprok, (b) albedo jeruk siam

Sumber: Kementan, 2021

2.1.2 Pascapanen jeruk keprok

Buah jeruk harus dipanen diwaktu yang tepat agar mendapatkan kualitas yang baik. Hal ini karena buah jeruk termasuk golongan non-klimakterik yang artinya tidak mengalami proses pemeraman untuk pematangan sehingga tidak boleh dipanen terlalu muda. Buah yang dipetik terlalu matang juga dapat berpengaruh terhadap lama penyimpanan buah yang relatif pendek.

Buah jeruk keprok siap dipetik dengan ciri-ciri kulit buahnya berwarna hijau-kekuningan dan tekstur buah tidak terlalu keras. Bagian bawah buah jika ditekan terasa agak lunak dan jika dijentik menggunakan jari tidak menimbulkan bunyi yang nyaring. Jeruk keprok biasanya dipanen satu kali dalam setahun, karena masa panennya sekitar 8 bulan sekali dan setiap pohon buah jeruk mampu menghasilkan 30 hingga 40 kg buah (Rahimah, Neni dan Rashmilah, 2020).

Jeruk keprok yang telah matang dapat ditandai dengan jumlah kandungan jus yang tinggi dan rasio total padatan terlarut terhadap kandungan asam. Rasio ini dinilai dalam satuan $^{\circ}\text{Brix}$ terhadap persentase asam sitrat bebas air dalam jus (Verheij dan Coronel, 1992). Parameter tersebut menjadi salah satu indikator penting dalam menentukan tingkat kematangan buah di lapangan.

Kadar gula jeruk keprok siap panen minimal berada pada angka 10 $^{\circ}\text{Brix}$. Pengukuran dilakukan di kebun menggunakan alat ukur hand *refractometer* secara langsung untuk memastikan kualitas manis buah (Endarto dan Martini, 2016). Penggunaan alat ini membantu petani menentukan waktu panen yang tepat berdasarkan tingkat kemanisan buah.

Buah jeruk segar setelah melewati proses pemanenan masih melangsungkan proses hidup. Beberapa proses hidup yang penting pada buah jeruk adalah respirasi, transpirasi dan proses pematangan. Anatomi dkk. (2008) dalam Sundari dan Sumiasih, (2023) menyatakan proses biokimia tersebut menurunkan kualitas buah yang dapat dilihat dari penampakan, hilangnya air serta penurunan nilai gizi yang terkandung dalam buah.

Respirasi merupakan proses yang melibatkan terjadinya penyerapan oksigen (O_2) dan pengeluaran karbondioksida (CO_2) ke udara. Oksigen akan digunakan untuk memecah karbohidrat dalam buah jeruk menjadi karbondioksida dan air. Proses ini juga menghasilkan energi panas, sehingga dapat mempengaruhi kualitas buah meliputi kekerasan, kehilangan berat buah secara fisik serta perubahan warna kulit. Faktor yang paling berpengaruh terhadap laju respirasi adalah suhu (Fonseca dkk. 2002 dalam Rahayu, Bintoro dan Saputro, 2021). Semakin tinggi derajat suhu maka semakin tinggi laju respirasi buah. Proses respirasi membutuhkan energi sehingga memicu degradasi pati menjadi gula sederhana sebagai sumber energi. Energi yang dihasilkan dari proses respirasi akan dibebaskan melalui transpirasi.

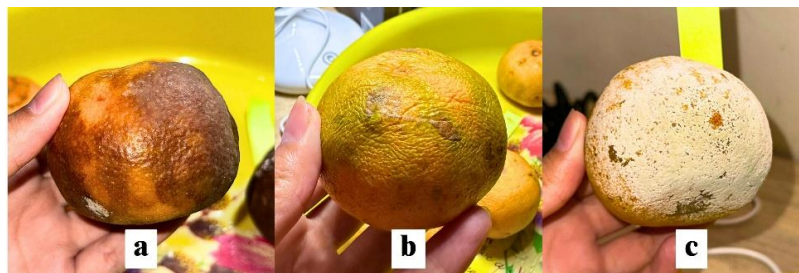
Transpirasi atau penguapan air dapat terjadi karena terdapat perbedaan tekanan uap air bagian dalam buah dengan tekanan uap air bagian udara. Menurut Fitriani dan Ayuni (2018) proses transpirasi mengakibatkan susut bobot pada buah. Penyusutan yang tinggi menyebabkan buah kehilangan kesegaran yang ditandai dengan kulit mengkerut sehingga tampilan menjadi kurang menarik. Untuk melindungi dari proses transpirasi buah jeruk harus disimpan dalam ruangan dengan kelembaban udara.

Secara umum suhu penyimpanan yang baik untuk buah-buahan termasuk jeruk adalah 15 sampai 25°C dengan kelembaban relatif 85% sampai 95% (Bachtiar, 2024). Selama penyimpanan buah, kelembaban yang rendah berkisar <80% akan menyebabkan kulit buah mengkerut sehingga kualitas buah menurun. Penyimpanan pada suhu rendah biasanya menjadi salah satu upaya yang bertujuan mengurangi laju respirasi dan transpirasi untuk mempertahankan kualitas buah.

Buah jeruk termasuk produk hortikultura buah dan sayur yang bersifat *perishable food* atau mudah rusak (Wills, 2021). Kerusakan yang paling umum terjadi pada buah jeruk adalah kerusakan mekanis seperti luka dalam berupa memar atau luka luar berupa lecet pada permukaan buah. Kerusakan mekanis dapat terjadi kapan saja selama periode pascapanen, baik saat panen, pengangkutan, sortasi, transportasi hingga pemasaran. Kerusakan mekanis pada buah terutama luka dalam menyebabkan proses pemasakan tidak normal sehingga menghasilkan kualitas buah yang rendah, sedangkan luka luar seperti luka biasanya diikuti serangan patogen pembusuk yang menyerang selama penyimpanan. Scherrer-Montero dkk. (2011) juga menyatakan buah jeruk relatif tahan terhadap benturan atau memar, namun sangat rentan terhadap pembusukan jika mengalami luka atau lecet.

Menurut Palou dkk. (2016) penyebab utama kerusakan pascapanen pada produk hortikultura adalah jamur. Jamur yang paling umum menyerang buah jeruk adalah jamur hijau yang disebabkan oleh patogen *Penicillium digitatum* dan jamur biru oleh patogen *Penicillium italicum* Wehmer. Kedua patogen tersebut merupakan patogen utama yang secara spesifik menyerang semua kultivar jeruk dan dapat menginfeksi di lahan, pengemasan, proses distribusi dan pemasaran serta penyimpanan.

Buah jeruk memiliki pH yang asam sekitar 4 sampai 5 (Costa dkk. 2019), yang menjadi pengaruh sebagian besar penyakit pembusuk pada buah jeruk disebabkan oleh jamur dan bukan bakteri (Talibi dkk. 2014 *dalam* Kanashiro dkk. 2020). Pertumbuhan jamur mempunyai kisaran pH untuk pertumbuhan berkisar 3 sampai 8,5, tetapi biasanya pertumbuhan akan baik dalam kondisi pH rendah atau asam, sehingga menjadi penyebab patogen pembusuk yang sering menyerang jeruk adalah jamur. Untuk menjaga kualitas dan masa simpan buah jeruk, sangat penting dilakukan pengendalian pascapanen untuk mencegah serangan patogen.



Gambar 3. Kerusakan pascapanen jeruk

Keterangan: (a) reaksi pencoklatan, (b) permukaan kulit kisut, (c) infeksi patogen

Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025

2.1.3 Asap cair

Asap cair (*liquid smoke*) merupakan cairan hasil proses pirolisis dan mengalami perubahan wujud dari asap menjadi air (kondensasi) atau hasil kondensasi pembakaran bahan baku yang mengandung lignin, selulosa dan hemiselulosa pada suhu 250°C sampai 400°C. Senyawa yang dihasilkan mengandung berbagai komponen kimia berupa penyusun utama asam, fenol serta karbonil yang dihasilkan dari pemutusan ikatan karbon dari komponen lignin, hemiselulosa dan selulosa yang berkontribusi memberikan warna, citarasa, aroma serta memiliki peran sebagai antioksidan dan antimikroba (bakteri dan fungi) (Harlianingtyas dkk. 2023).

Asap cair harus mempunyai komposisi asam organik, fenol, karbonil sebagai penyusun utama yang dihasilkan dari proses degradasi termal komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin. Senyawa utama dalam asap cair tersebut berfungsi sebagai pengawet dan antioksidan yang mampu memberikan peran memperpanjang masa simpan suatu bahan makanan, serta antimikroba untuk mencegah pertumbuhan

mikroba. Rasi dan Seda (2017), melaporkan asap cair dapat diaplikasikan pada bahan pangan karena dapat berperan dalam pengawetan bahan pangan.

Pembuatan asap cair dilakukan dengan beberapa tahap berupa pirolisis dan pemurnian (distilasi) sehingga dapat menghasilkan asap cair menjadi beberapa golongan yaitu; *grade 1*, *grade 2* dan *grade 3*. Proses destilasi merupakan metode pemisahan asap cair berdasarkan dari perbedaan tekanan uap dan titik didihnya. Proses distilasi digunakan untuk menyerap zat pengotor yang terdapat dalam asap cair sehingga memiliki kemurnian yang tinggi (Septian dan Nur, 2020). Menurut Rahmat dan Benatar (2024) proses distilasi dapat meningkatkan kandungan fenol dan kadar asam karena mampu mengurangi kadar air, sehingga meningkatkan densitas asap cair.

Asap cair *grade 1* dapat digunakan sebagai pengawet makanan seperti: bakso, mie, tahu, cairannya berwarna bening sedikit kuning pucat, rasa sedikit asam, aroma netral (tidak pekat), merupakan asap cair yang paling bagus kualitasnya dan tidak mengandung senyawa berbahaya (Rasi dan Seda, 2017). Asap cair *grade 2* memiliki warna coklat transparan, rasa yang asam serta memiliki aroma asap lemah yang biasa digunakan untuk pengawet berupa ikan sebagai pengganti formalin. Asap cair *grade 3* tidak dapat digunakan sebagai pengawet bahan pangan tetapi digunakan untuk mengawetkan kayu agar tahan terhadap rayap dan sebagai bahan koagulan pengolahan karet karena asap cair *grade 3* masih mengandung banyak tar yang karsinogenik.

Asap cair umumnya dihasilkan dari bahan berupa kayu atau bambu atau organik lainnya seperti tempurung kelapa dan tongkol jagung. Tongkol jagung merupakan salah satu biomassa yang potensial dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan asap cair, berguna untuk bahan pengawet makanan yang ramah lingkungan. Kandungan serat yang tinggi dalam tongkol jagung sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku asap cair (Sutoro, Sulaeman dan Iskandar, 1988).

Tongkol jagung mengandung lignoselulosa berupa selulosa, hemiselulosa dan lignin. Dalam tongkol jagung memiliki komposisi kandungan kimia berupa lignin 15,70%, selulosa sebesar 36,81%, hemiselulosa sebesar 27,01% dan kadar abu sebesar 6,04% (Darajat dkk. 2021). Komponen dalam tongkol jagung tersebut dapat

dimanfaatkan melalui proses destilasi kering (pirolisis) sehingga diperoleh asap cair. Proses pirolisis tersebut akan mengdegradasi komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin untuk menghasilkan komponen kompleks berupa komponen asam organik (asam asetat), fenol (guaiacol dan siringol) dan karbonil (vinilin dan seringaldehida) yang dapat berperan sebagai antimikroba, antioksidan, memberikan efek rasa, warna dan aroma yang spesifik.

Azmi, Sumardi dan Suhaya, (2021) menyatakan sifat yang diberikan asap cair sangat bergantung pada biomassa dari bahan yang digunakan, sedangkan kualitas asap cair bergantung pada komposisi asam, tar dan fenol serta kemurnian dari senyawa kimianya. Tahapan pemurnian seperti destilasi berulang untuk mendapatkan asap cair yang aman dan efektif sebagai antioksidan dan antibakteri.

2.2 Kerangka pemikiran

Jeruk keprok termasuk dalam kategori produk hortikultura buah dan sayur yang memiliki sifat mudah rusak (Wills, 2021). Produk segar termasuk jeruk sangat umum terjadi penurunan kualitas akibat beberapa faktor seperti respirasi, transpirasi dan proses pematangan pada penyimpanan. Penurunan kualitas ini juga terjadi karena kerentanan jeruk keprok terhadap kerusakan fisik dan biologis yang dipengaruhi oleh kadar air dan komposisi nutrisi yang tinggi. Dalam kondisi penyimpanan terjadi proses respirasi dan transpirasi yang dapat menyebabkan dehidrasi pada buah (susut bobot) yang mengarah pada kerusakan kualitas buah. Penyusutan pada bobot disebabkan dari proses oksidasi pada jeruk yang membentuk radikal bebas sehingga merusak lipid pada membran sel jaringan yang menyebabkan kehilangan cairan dan kulit menjadi kisut.

Menurut Anggraini, dkk. (2015) buah jeruk memiliki kandungan air yang sangat tinggi berkisar antara 77 sampai 92%, menjadikan mudah diserang mikroorganisme pembusuk terutama dalam kondisi yang tidak optimal. Tripathi dan Dubey (2004) dalam Kahramanoglu dkk. (2020) juga menyatakan kandungan air dan komposisi nutrisi yang lebih tinggi pada buah jeruk meningkatkan kerentanannya terhadap infeksi patogen mikrobiologis selama periode pemanenan, transportasi dan konsumsi. Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dilakukan pemberian asap cair sebagai sumber pengawet sebagai antioksidan untuk

menghambat oksidasi agar tidak cepat rusak dan antimikroba agar tidak terkontaminasi oleh mikroorganisme pembusuk.

Asap cair dapat berperan sebagai pengawet nabati untuk bahan makanan karena memiliki komponen kimia yang bersifat sebagai antioksidan dan antimikroba. Kandungan senyawa yang terdapat dalam asap cair berupa asam, fenol serta karbonil hasil degradasi termal selulosa, hemiselulosa dan lignin yang dapat dimanfaatkan sebagai desinfektan untuk mencegah patogen. Komponen dalam asap cair tersebut dapat digunakan sebagai bahan pengawet sehingga dapat mempertahankan kesegaran makanan. Afriani dkk. (2017) *dalam* Ina, Mehang dan Meha (2022) menyatakan bahwa umur simpan pada produk makanan dapat diperpanjang dengan diberi asap cair karena sifat antimikroba dapat menghambat aktivitas mikroorganisme yang bersifat patogen.

Komponen fenol yang terkandung dalam asap cair merupakan salah satu komponen yang paling signifikan sebagai antioksidan. Asap cair memiliki sifat antioksidatif dan dapat digolongkan sebagai antioksidan alami (Ayudiarti dan Sari, 2010). Senyawa fenol bekerja dengan menangkal radikal bebas sehingga proses fotooksidasi menjadi lambat. Dhurhanian dan Novianto (2019) juga menyatakan senyawa fenolik akan menyumbangkan atom hidrogen pada radikal bebas, sehingga kemampuannya dalam membentuk radikal fenoksi yang stabil pada reaksi oksidasi menjadikan senyawa fenolik sebagai antioksidan.

Lebih lanjut, pada penelitian Sholichah, Agustina dan Desnilasi, (2014) mengungkapkan bahwa asap cair berbahan dasar tongkol jagung tidak ditemukan senyawa karsinogenik *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH) sehingga asap cair yang berperan sebagai bahan pengawet, pemberi flavor dan pewarna pada produk makanan, aman digunakan pada produk makanan. Sholichah dkk. (2014) juga menyatakan, Salah satu syarat keamanan asap cair untuk pengelolaan makanan ini adalah dengan tidak mengandung senyawa-senyawa *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH).

Kajian mengenai pemanfaatan asap cair sebagai bahan pengawet telah banyak dilakukan pada beberapa produk hortikultura. Dalam penelitian yang dilakukan Budijanto dkk. (2011) perlakuan asap cair konsentrasi 1% mampu menekan proses respirasi serta pertumbuhan cendawan pada buah pepaya. Senyawa dalam asap cair

efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk pada buah. Senyawa seperti fenol bekerja dengan merusak struktur membran sel mikroba (bakteri dan jamur) sehingga mengganggu metabolisme. Selain fenol, senyawa asam dalam asap cair juga mampu menembus dinding sel pada mikroba sehingga menjadi lisis kemudian mati. Hal tersebut asap cair dapat menurunkan jumlah mikroba pembusuk penyebab kerusakan pascapanen sehingga umur simpan buah dapat lebih lama.

Asap cair juga telah terbukti efektif mampu memperpanjang umur simpan pada buah-buahan. Misalnya, pada penelitian yang dilakukan Silsia, Rosalina dan Muda (2011) menunjukkan bahwa perlakuan asap cair konsentrasi 3% dan 4% mampu mempertahankan kualitas buah pisang ambon curup hingga hari ke-14. Salah satu indikator kualitas buah adalah tingkat kekerasan. Tingkat kekerasan buah akan semakin menurun seiring dengan lamanya waktu penyimpanan yang menandakan buah melakukan proses pematangan. Hasil tingkat kekerasan dalam penelitian Silsia dkk. (2011) menunjukkan hasil berbeda nyata pada perlakuan asap cair konsentrasi 4%.

Selain itu, pada komoditas yang sama dalam penelitian yang dilakukan Rahmatullah, Udiantoro dan Agutina, (2018) perendaman asap cair selama 15 menit dengan konsentrasi 10% dalam suhu ruang memberikan pengaruh paling baik terhadap kekerasan buah pisang Talas pada hari ke-16. Dengan demikian, penggunaan asap cair dapat menjaga kekerasan atau kelunakan buah dengan menghambat proses degradasi selulosa, hemiselulosa dan protopektin yang berpengaruh terhadap pelunakan jaringan.

Dalam penelitian Fitriani dan Ayuni (2018) pemberian asap cair konsentrasi 100% mampu mempertahankan umur simpan buah pisang makau dengan mempengaruhi perubahan kadar gula. Asap cair memberikan efek memperlambat reaksi pemasakan dan menekan laju respirasi sehingga perombakan pati cenderung menjadi lambat. Hal tersebut berpengaruh dalam memperpanjang umur simpan dan menunda proses biokimia yang terjadi.

Lestari, Priyono dan Hartanti (2024) dalam penelitiannya menemukan bahwa penggunaan asap cair sebagai pengawet alami tidak mempengaruhi hasil pada uji organoleptik terhadap sale pisang kepok. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sale

pisang kepok yang diberi perlakuan asap cair dapat diterima oleh panelis terkait penilaian warna, aroma, rasa dan tekstur. Selain itu, menunjukkan penggunaan asap cair ini dapat digunakan sebagai pengawet nabati terhadap buah tanpa mengubah kriteria organoleptik yang dipengaruhi rasa asap pada asap cair.

Namun, dengan karakteristik kulit pada buah pisang yang cenderung lebih halus dengan struktur jaringan yang lebih tertutup berbeda dengan kulit buah jeruk keprok, yaitu permukaan yang lebih kasar dengan banyak pori-pori memungkinkan penetrasi senyawa aktif dalam asap cair diperkirakan lebih cepat dan merata. Lama pencelupan jeruk manis ke dalam larutan akan mempengaruhi mutu jeruk selama penyimpanan, hal ini karena kulit jeruk memiliki pori-pori yang apabila direndam terlalu lama jeruk akan lembab dan busuk (Sinurat, 2012 *dalam* Marsigit, Purnama dan Silsia, 2022).

Singh dkk. (2020) menyatakan dalam kulit jeruk mengandung senyawa flavonoid dan senyawa fenolik yang bertindak sebagai antioksidan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan modifikasi untuk menguji pengaruh asap cair tongkol jagung pada buah jeruk keprok Garut dengan metode aplikasi perendaman dimulai pada konsentrasi 2% sampai 8% dan waktu perendaman selama 3 menit didasarkan asumsi bahwa kulit jeruk yang lebih *permeable* akan meningkatkan efisiensi serapan senyawa dalam asap cair sehingga mampu memberikan efek yang sama sebagai pengawet nabati untuk menghambat patogen pembusuk serta memperlambat penurunan kualitas buah dan memperpanjang umur simpan.

2.3 Hipotesis

Berdasarkan hasil uraian kerangka berpikir, maka dapat didapatkan hipotesis sebagai berikut:

- 1) Asap cair dari tongkol jagung efektif sebagai pengawet nabati bagi buah jeruk keprok Garut pada pascapanen.
- 2) Terdapat konsentrasi asap cair tongkol jagung yang paling efektif sebagai pengawet nabati bagi buah jeruk keprok Garut pada pascapanen.