J.Pascapanen 7(1) 2010: 32-42

KINERJA ENZIM NARINGINASE DAN CMC DALAM MENGURANGI TINGKAT KEPAHITAN JUS JERUK SIAM

Setyadjit[1], Lani Kasigit[2], Suyanti[1], Wisnu Broto[1], R idwan Thahir[1] dan Dwi Setyaningsih[2]

[1]Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian,
JL. Tentara Pelajar no. 12, Bogor 16114
Email :bb_pascapanen@yahoo.com
[2]Departemen Teknologi Industri, Fateta, IPB,
Kampus Dramaga Bogor

Dalam rangka mengurangi rasa pahit pada jus jeruk siam berbagai perlakuan telah dicoba antara lain penggunaan enzim naringinase dan CMC. NMaringinase berbagai konsentrasi hingga 1,5 g/l dengan berbagai waktu inkubasi hingga 4 jam pada suhu 30 °C mampu menurunkan kandungan naringin hingga 50%. Optimum perlakuan adalah 1 g/l dengan waktu inkubasi 3 jam. Perlakuan CMC saja hingga 0,3% berhasil menurunkan kandungan naringin hingga 19%. Dengan meningkatnya penambahan CMC maka PTT dan kekentalan jus jeruk siam juga meningkat, tetapi tidak mempengaruhi pH total asam dan vitamin C. Kombinasi perlakuan enzim naringinase 1 g/l selama 3 jam yang dilanjutkan dengan penambahan CMC hingga 0,3% mampu menurunkan kandungan naringin hingga tinggal 30%saja, yang berarti lebih efektif dibandingkan dengan perlakuan enzim saja maupun naringin saja, dan merupakan bukti adanya efek sinergis antara keduanya. Penambahan hingga maksimum 0,2% CMC adalah yang direkomendasikan karena peningkatan lebih dari konsentrasi ini dapat mempengaruhi kesukaan jus.

Kata kunci : CMC, jus jeruk siam, kepahitan, kekentalan, naringinase, pH

ABSTRACT. Setyadjit, Lani Kasigit, Suyanti, Wisnu Broto, Ridwan Thahir dan Dwi Setianingsih. 2010. The performance of naringinase and CMC on debittering citrus siam juice. To debitter the citrus siam juice, naringinase dan CMC have been applied into the juice. Naringinase of various concentration up to 1 g/l with incubation time up to 4 h at 30 °C reduced concentration of naringin up to ca. 30 %. Optimum concentration was 1 g/l for 3 h. CMC vof various concentration up to 0.3% reduced the naringin content up to 10 %. Hawever, the pH and viscosity were increased affected by the treatment but not total acidity, vitamin C and pH. At combination 1 g/l enzim for 3 h followed by CMC up to 0.3 % were able to reduce the naringin concentration up to 30% left over. There is an indication of synergistic effect. Recommended treatment was 1 g/l naringinase for 3 h at 30 oC followed by addition of 0.2 % CMC, since above the level the juice taste has been imparted.

Key words : bitterness, CMC, citrus siam juice, naringinase, pH, viscosity

PENDAHULUAN

Jeruk siam adalah jenis jeruk yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia, dan produksi nasinal jeruk nomor dua sesudah pisang. Pengolahan jeruk siam berakibat pada peningkaan pendapatan petani, nilai tambah produk, dan pemanfaatan buah yang melimpah saat panen raya. Namun sari buah jeruk siam mempunyai kelemahan, yaitu rasa pahit[1].

Rasa pahit tersebut diatas penyebabnya adalah limonin dan naringin. Naringin (4,5,7-trihydroxyflavone-7-rhamnoglucoside) terdapat pada semua bagian buah jeruk[2]. Konsentrasi naringin tergantung dari jenis jeruk[3], dan posisi tertinggi adalah pada sentral jeruk[4]. Naringin merupakan penyebab rasa pahit[4]. Rasa pahit naringin pada konsentrasi tertentu merupakan suatu karakter yang khas dari jeruk, seperti pada sari buah jeruk *grapefruit* (*Citrus paradisi*) yang mengandung 300-500 ppm naringin tetap disukai karena merupakan karakter yang khas sari jeruk grapefruit. Sari buah jeruk *grapefruit* yang mempunyai kadar naringin di bawah 300 ppm dianggap *tastenya* hambar dan tidak disukai oleh konsumen karena dianggap tidak mempunyai kekhasan dari jeruk *grapefruit*. Namun demikian sari buah jeruk grapefruit yang mempunyai kadar naringin di atas 700 ppm dianggap terlalu pahit oleh peminum sari buah tersebut[5].

Untuk menghilangkan rasa pahit akibat naringin, bisa digunakan cara enzimatus dan cara kimia. Enzim telah digunakan sejak tahun 1960-an untuk mengontrol kepahitan di USA dan Jepang. Menurut Puri dan Banerjee[6], enzim naringinase mengandung á-rhamnosidase (EC 3.2.1.40) dan â-glukosidase (EC 3.2.1.21). Penghasil naringinase adalah beberapa jenis mikroorganisme, salah satu diantaranya yaitu *Aspergillus niger* yang dibiakkan menggunakan medium yang mengandung naringin atau limbah jeruk sebagai *inducer* naringinase.

Naringinase dengan aktivitas á-rhamnosidase yang terkandung di dalamnya mampu menghidrolisis naringin menjadi rhamnose dan prunin (4,5,7-trihydroxyflavone-

7-glucoside), tingkat kepahitannya hanya 33% dibanding dengan naringin, proses hidrolisis selanjutnya dikatalisis oleh b-glukosidase yang mengubah prunin menjadi naringenin (4,5,7-trihydroxyflavone-flavonone) dan glukosa. Kedua senyawa ini tidak menimbulkan kepahitan[6,7,8].

Peneliti di India, menggunakan enzim naringinase untuk mengurangi kepahitan dalam jus *grapefruit* yang memiliki kandungan naringin sebesar 400 mg/l. Enzim naringinase dalam konsentrasi 1 g/l, pada suhu inkubasi 40°C dan lama waktu inkubasi 4 jam mampu mengurangi sampai 75% kandungan naringin dalam jus tersebut. Penggunaan enzim untuk mengurangi rasa pahit tidak mempengaruhi mutu gizi dari jus tersebut.

CMC (*Caboxy Methyl Cellulose*) dalam industri pangan digunakan untuk memberikan bentuk, konsistensi dan tekstur[9], CMC juga berperan sebagai pengikat air, pengental dan stabilisator emulsi. CMC menjalankan fungsinya melalui interaksi antara gugus non polar dengan lemak. Pemakaian CMC (0.01-0.14%) yang dikombinasi dengan gum xanthan (0.01-0.1%) mampu mengurangi pengendapan pada jus jeruk[10].

Belakangan CMC juga dihubungkan dengan pengurangan rasa pahit pada jus jeruk seperti pada penelitian 4 hidrokoloid yakni akasia gom (0,2), garan natrium CMC (0,2), pektin (0,05) dan natrium alginate (0,03) g/kg ternyata CMC dan natrium alginate mampu mengurangi kandungan limonin sebesar 28% sedangkan secara organoleptik CMC adalah yang terbaik[11]. Mekanisme kerja hidrokoloid ini adalah dengan mengenkapsulasi partikel pahit dan flavor serta menguncinya sehingga tidak mudah hilang akibat proses evaporasi atau oksidasi.

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi penambahan enzim naringinase dan CMC yang optimum untuk mengurangi kepahitan jus jeruk siam yang disetarakan dengan konsentrasi naringin, dalam rangka mendapatkan perlakuan pengurangan rasa pahit pada jus jeruk siam.

BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Penelitian ini dilakukan di Bangsal dan Laboratorium Balai Besar Litbang Pascapanen, pada bulan Maret hingga Oktober tahun 2007. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah jeruk siam. Yang diperoleh dari para penjual jeruk di pasar Anyar, dan pasar Bogor yang biasa menjual jeruk asal pontianak. Sampel jeruk diupayakan mempunyai tingkat kematangan dan penampakan yang seragam.

Bahan-bahan lain yang digunakan untuk analisa adalah enzim naringinase (SIGMA), larutan naringin, diethylene glycol, NaOH 4 N, CMC, indikator pati, larutan iod 0,01N, NaOH 0,1 N, indikator pp 1 % dan air destilata.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baskom, penangas air, saringan, buret, blender, timbangan analitik, viskosimeter *Brookfield*, spektrofotometer, refraktometer, pH meter, magnetik stirer, *hot plate,* termometer, tabung reaksi, erlenmeyer, baskom, alat pembuat jus jeruk dan peralatan gelas lain.

B. Metode

Jeruk siam dicuci, dikupas, kemudian diekstrak menggunakan pemeras jeruk tipe pulper paten Nasional Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian No. S00200700 110. Jus yang didapat kemudian diperlakukan dengan beberapa tahap. Sesudah perlakuan jus kemudian di pasteurisasi pada suhu 70 °C selama 15 menit. Jus jeruk hasil pemerasan denganrendemen 60% kemudian diberikan berbagai jenis perlakuan. Setiap unit pelakuan digunakan 1 l jus jeruk.

1. Perlakuan enzim naringinase

Tahap ini dilakukan untuk melihat sejauh mana pengaruh penambahan enzim naringinase terhadap konsentrasi naringin dalam sari buah jeruk. Enzim yang ditambahkan ke dalam sari buah menggunakan tiga konsentrasi enzim yang berbeda yaitu 0,5, 1,0 dan 1,5 g/l. Setelah enzim ditambahkan kemudian diinkubasi pada empat waktu inkubasi yang berbeda 1, 2, 3 dan 4 jam pada temperatur ruangan. dengan dua kali ulangan. Konsentrasi naringin dalam sari buah jeruk selanjutnya diukur selama waktu inkubasi[12].

2. Pengaruh penambahan CMC

Tahap ini dilakukan untuk melihat sejauh mana pengaruh CMC terhadap kepahitan yang disetarakan dengan konsentrasi naringin dalam sari buah dan mutu sari buah seperti vitamin C, total asam, pH, viskositas, dan total padatan terlarut. Konsentrasi CMC yang ditambahkan pada sari buah jeruk adalah 0,1, 0,2 dan 0,3 % dengan tiga kali ulangan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktor tunggal, 0; 0,1; 0,2 dan 0,3 % konsentrasi CMC, dengan ulangan 3 kali.

3. Pengaruh penambahan enzim naringinase dan CMC

Pada tahap penelitian ini dilakukan kombinasi perlakuan yaitu penambahan enzim naringinase dan CMC. Penambahan enzim naringinase yang dilakukan menggunakan kondisi perlakuan tertentu yang memperlihatkan aktivitas enzim terhadap penurunan konsentrasi naringin yang terbaik, hal ini berdasarkan hasil pengamatan pada tahap II.

Konsentrasi CMC yang ditambahkan ke dalam sari buah menggunakan konsentrasi 0,1, 0,2 dan 0,3 % dengan enam kali ulangan. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap konsentrasi naringin dalam sari buah dan mutu sari buah seperti vitamin C, total asam, pH, viskositas, total padatan terlarut dan uji organoleptik.

Rancangan percobaan yang digunakan pada tahap 3 adalah rancangan acak lengkap faktorial, faktor 1 adalah 0,1, 0,2 dan 0,3 % (perlakuan enzim naringinase, 3 jam); faktor 2 adalah konsentrasi CMC (0 g/l dan 1 g/l) dengan ulangan 6 kali.

C. Analisis

1. Kadar naringin

Larutan stok naringin dibuat dengan melarutkan 200 mg naringin (Sigma, 90% naringin) ke dalam air destilat sehingga berkonsentrasi 180 ìg/ml. Larutan stok naringin ini disimpan dalam suhu ruang. Kurva standar disiapkan untuk menentukan hubungan antara warna yang muncul dengan kadar naringin dengan mengencerkan larutan stok menjadi larutan naringin dengan konsentrasi yang kita inginkan.

Kurva standar juga dapat dibuat dengan melarutkan 20, 40, 60 dan 100 mg dari 90% naringin ke dalam 100 ml air destilat sehingga mempunyai konsentrasi 180–900 ìg/ml. Sebanyak 0,1 ml dari larutan standar ditempatkan ke dalam setiap tabung reaksi dan ditambahkan sejumlah 0,1 ml NaOH 4 N serta 10 ml diethylene glycol. Larutan kemudian dicampur dan dibiarkan selama 15 menit dalam suhu ruang sebelum diukur nilai absorbansinya dengan spektrofotometer pada 420 nm. Nilai absorbansi diplotkan dengan nilai kadar naringin.

Untuk mengukur kadar naringin, sekitar 5 ml jus jeruk ditempatkan ke dalam sebuah tabung eppendorf untuk disentrifugasi. Selanjutnya sebanyak 0,1 ml sampel yang telah disentrifugasi dipipet dan diberikan perlakuan sebagaimana[12].

2. Kandungan kimia

Kandungan vitamin C ditentukan dengan cara titrasi iod sedangkan total asam menggunakan titrasi basa[13], nilai pH diukur menggunakan alat pH meter digital, pengukuran total padatan terlarut dilakukan dengan menggunakan refraktometer Abbe, viskositas diukur dengan menggunakan alat vikosimeter *Brookfield* pada tingkat kecepatan pengadukan dan *spindle* disesuaikan dengan sampel (cP). Uji organoleptik yang digunakan adalah skala hedonik yang dilakukan oleh 30 orang panelis semi terlatih yaitu dari mahasiswa IPB. Parameter yang dinilai meliputi kepahitan. Pada uji panelis diminta mengungkapkan tanggapan pribadinya terhadap kesukaan atau ketidaksukaannya pada parameter yang dinilai. Skala hedonik yang digunakan 1-7, yaitu angka 1=sangat tidak suka, 2=tidak suka, 3=agak tidak suka, 4=netral, 5=agak suka, 6=suka dan 7=sangat suka. Data yang diperoleh ditabulasikan dan dianalisis menggunakan Anova dan uji lanjut *Post Hoc.*

HASIL DAN PEMBAHASAN

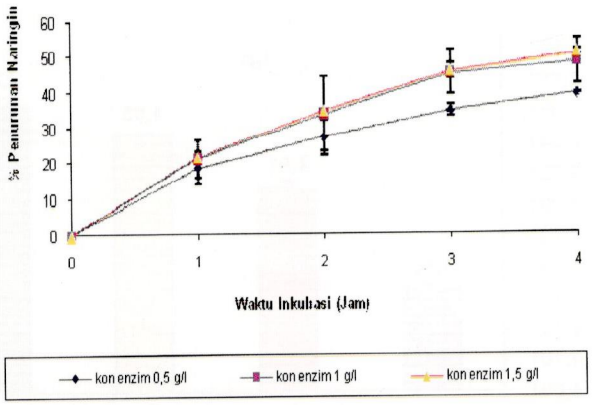
A. Perlakuan Enzim Naringinase

Pada umumnya pada saat buah diperas, sari buah tidak terasa pahit. Tetapi setelah beberapa waktu kemudian rasa pahit muncul. Rasa pahit muncul disebabkan semakin banyak perkusor limonoat A ring lactone dalam sari buah jeruk yang berubah menjadi limonin karena adanya pemanasan atau pemerasan dalam proses ekstraksi. Limonin adalah senyawa yang menimbulkan rasa pahit dalam sari buah jeruk.

Pembentuk rasa pahit pada sari buah jeruk adalah limonin dan naringin. Limonin tidak diteliti dalam penelitian ini. Secara fisik keberadaan naringin di dalam sari buah jeruk berasal dari jaringan-jaringan buah dan terbawa pada saat pemerasan. Selama pemerasan jeruk, naringin terdispersi ke dalam sari buah dan bila mencapai jumlah tertentu dapat menimbulkan rasa pahit. Penghilangan rasa pahit yang ditimbulkan oleh senyawa naringin dapat dilakukan secara enzimatis, yaitu dengan menambahkan enzim naringinase ke dalam sari buah jeruk. Aktivitas enzim naringinase diantaranya ditentukan oleh konsentrasi dan waktu inkubasinya.

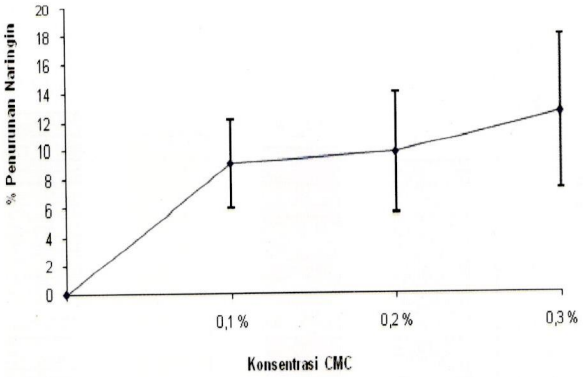
Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada konsentrasi enzim naringinase sebesar 0,5 g/l, dan waktu inkubasi 1 jam aktivitas enzim cukup tinggi dan mampu menurunkan konsentrasi naringin sebanyak 18,6 %. Aktivitas enzim ini terus meningkat sampai ke waktu inkubasi 2, 3 dan 4 jam dengan penurunan konsentrasi naringin sebesar 27,3 % , 34,8 % dan 39,4 %. Bila dilihat perubahan aktivitas enzim tiap jam, aktivitas enzim naringinase mulai mengalami penurunan yang cukup banyak pada waktu inkubasi jam ke empat karena perubahan persentase penurunan naringin hanya sebesar 4,6 % dimana garis peningkatan pada grafik (Gambar 1) mulai menunjukkan kelandaian. Hal ini berbeda pada perubahan waktu inkubasi pertama ke inkubasi ke dua dimana perubahan persentase penurunan naringin yaitu 8,7 % dan inkubasi ke dua ke inkubasi ke tiga yaitu 7,5 %.

Pada konsentrasi enzim naringinase sebesar 1 g/l seperti halnya pada konsentrasi 0,5 g/l, pada waktu inkubasi 1 jam menunjukkan peningkatan aktivitas yang cukup tajam yaitu mampu menurunkan konsentrasi naringin dalam sari buah jeruk sebesar 21,2 %. Ketika waktu inkubasi 2, 3 dan 4 jam persentase penurunan naringin tetap meningkat menjadi 33,8 %, 45,2 % dan 48,3



Gambar 1. Grafik persentase penurunan konsentrasi naringin setelah penambahan enzim naringinase/

Figure 1. Graph of decrease of percentage of naringin concentration after naringinase treatment



Gambar 2. Grafik persentase penurunan naringin oleh penambahan CMC/Figure

Graph 2. Percentage of naringin decrease because of CMC addition

%. Namun seperti pada konsentrasi 0,5 g/l, waktu inkubasi jam ke empat aktivitas enzim juga menurun. Perubahan persentase penurunan dari inkubasi jam ke tiga ke inkubasi jam ke empat hanya 3,1 %, cukup jauh bila dibandingkan inkubasi jam pertama ke jam ke dua dan jam ke dua ke jam ke tiga yaitu 11,6 % dan 11,4%. Oleh karena itu, dalam grafik (Gambar 1) juga terlihat garisnya mulai landai.

Pada penambahan enzim naringinase sebesar 1,5 g/l, persentase penurunan konsentrasi naringin juga terus meningkat dari waktu inkubasi 1 sampai 4 jam, yaitu masing-masing sebesar 21,7%, 34,7%, 45,9% dan 50,8 %. Bila dilihat persentase penurunan konsentrasi naringinnya, penggunaan konsentrasi 1,5 g/l tidak begitu jauh berbeda dengan konsentrasi 1g/l.

Penurunan konsentrasi naringin dalam sari buah jeruk disebabkan karena enzim naringinase menghidrolisis naringin menjadi senyawa tidak pahit. Hal seperti yang diungkapkan Prakash *et al.*[7], menerangkan bahwa kerja enzim ini yaitu pada tahap pertama menghidrolisis naringin menjadi prunin dan rhamnose oleh á - rhamnosidase. Pada tahap kedua, enzim ini menghidrolisis prunin menjadi naringenin dan glukosa oleh â- glukosidase. Kedua senyawa yang terbentuk ini merupakan komponen yang tidak menimbulkan rasa pahit.

Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa aktivitas enzim yang cukup baik untuk penambahan ke dalam sari buah adalah pada konsentrasi 1 g/l dan waktu inkubasi 3 jam. Hal ini dikarenakan persentase penurunan konsentrasi naringin cukup tinggi. Jika dibandingkan dengan konsentrasi yang sama (1 g/l) dan waktu inkubasi 4 jam, perbedaaan penurunan konsentrasi naringin tidak berbeda jauh dan aktivitas enzim pada kondisi ini juga sudah menurun tajam. Bila dibandingkan dengan konsentrasi 1,5 g/l, persentase penurunan konsentrasi naringin dan aktivitas enzimnya tidak berbeda. Pada konsentrasi penambahan enzim yang lebih rendah yaitu 0,5 g/l, persentase penurun dan aktivitas enzimnya juga cukup berbeda. Oleh karena itu, bila dilihat aktivitas enzimnya di dalam grafik, konsentrasi 1 g/l dengan waktu inkubasi 3 jam memberikan hasil yang ideal untuk proses pengurangan naringin yaitu menggunakan konsentrasi yang tidak besar dan waktu inkubasi untuk proses pencampuran enzim dalam sari buah yang tidak terlalu lama.

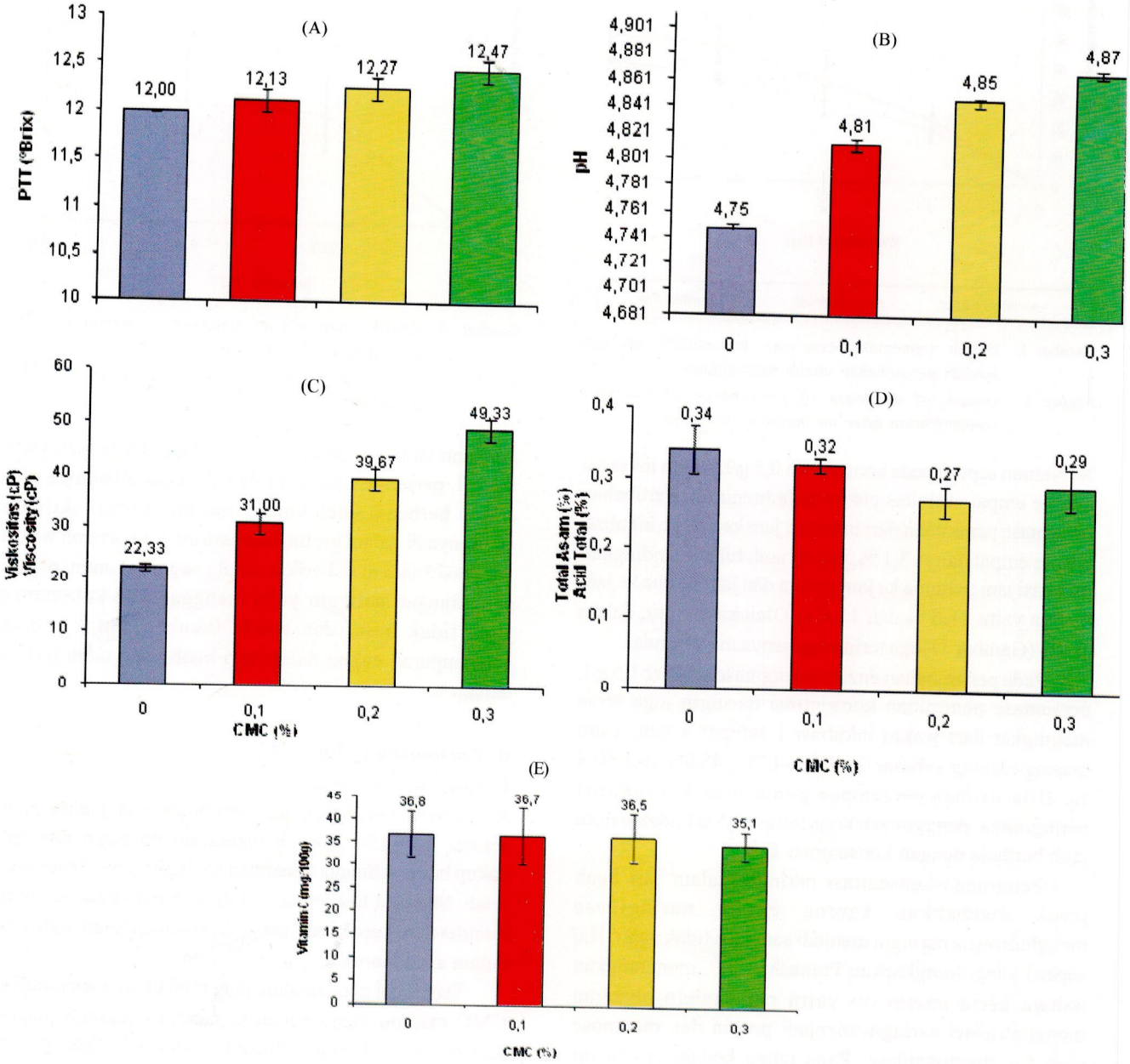
B. Penambahan CMC

1. Konsentrasi naringin

Konsentrasi naringin dalam sari buah jeruk siam adalah sekitar 120-130 ppm. Konsentrasi naringin tersebut cukup besar sehingga kepahitan naringin dapat terasa oleh lidah. Menurut Braddock[14], ambang batas sensorik untuk mendeteksi kepahitan yang disebabkan oleh naringin dalam air dilaporkan sekitar 20 ppm.

Dari hasil pengamatan yang dilakukan, penambahan CMC mampu menurunkan konsentrasi naringin dalam sari buah jeruk siam. Pada konsentrasi CMC 0,1 % konsentrasi naringin turun sebesar 9,1%. Konsentrasi CMC 0,2 % mampu menurunkan sebanyak 9,8 % dan persentase penurunan konsentrasi naringin tertinggi yaitu 12,6 % terdapat pada penambahan konsentrasi CMC 0,3 % (Gambar 2.).

Pada hasil analisa sidik ragam dapat dilihat bahwa penambahan konsentrasi CMC 0,1, 0,2 dan 0,3 % tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap persentase penurunan konsentrasi naringin pada sari buah jeruk. Walaupun persentase penurunan konsentrasi naringin tidak begitu besar, diharapkan penurunan ini dapat mengurangi tingkat kepahitan yang disebabkan oleh naringin.

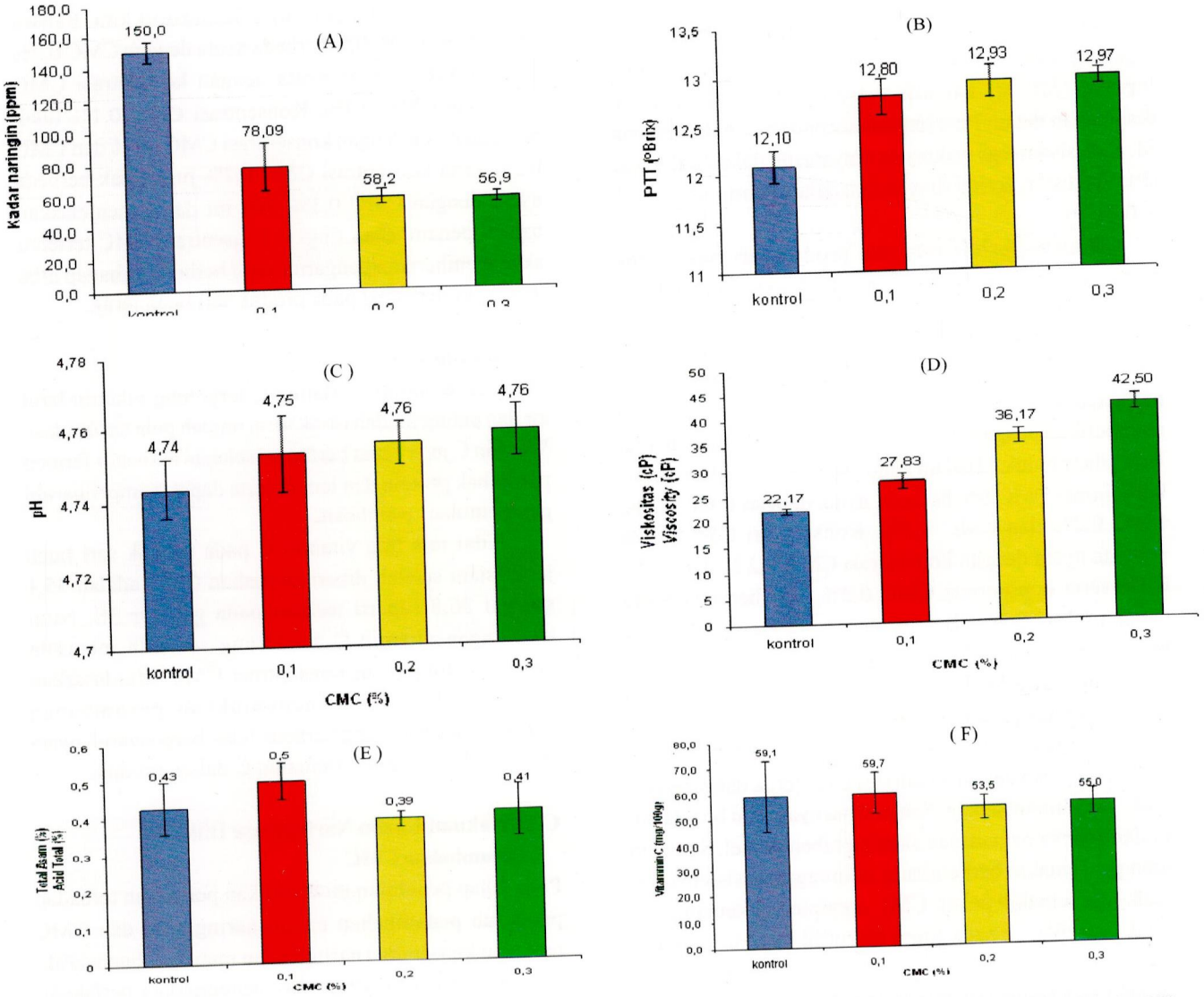


Gambar 3. Histogram hubungan konsentrasi CMC dan TPT, pH, viskositas, total asam, vitamin C/
Figure 3. Bar chart relationship of concentration of CMC to total soluble solids, pH, viscosity, total acid, vitamin C

Penurunan konsentrasi naringin oleh CMC disebabkan kemampuan CMC untuk menutupi partikel naringin sari buah. Ketika pengukuran naringin dilakukan, pelarut dietilen glicol tidak berkontak langsung dengan naringin dan ketika dirasakan lidah kepahitan akan ternetralkan oleh CMC yang menyelimuti partikel naringin. Hal ini dijelaskan oleh Chandler[15], bahwa CMC dapat berperan sebagai koloid protektif yang menyelimuti partikel padatan dan membuat jembatan yang menghubungkan fase kontinu dengan partikel padatan yang diselimuti.

2. Total padatan terlarut

Nilai rata-rata total padatan terlarut pada sari buah jeruk yang telah ditambahkan bahan CMC berkisar 12,1°Brix (CMC 0,1%) hingga 12,5°Brix (CMC 0,3%) lebih tinggi dari sari buah jeruk tanpa penambahan CMC seperti terlihat pada gambar 3A. Nilai padatan terlarut dalam sari buah jeruk semakin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi yang ditambahkan. Dari hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan penambahan CMC ke dalam sari buah jeruk berpengaruh nyata terhadap total padatan terlarut yang ada pada sari buah jeruk. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa konsentrasi CMC 0% tidak berbeda nyata dengan CMC



Gambar 4. Histogram hubungan enzim naringinase dan konsentrasi CMC dengan (**A**)Kadar naringin (ppm), (**B**)PTT(°Brix), (**C**)pH, (**D**)viskositas(cP), (**E**)total asam(%), (**F**)vitamin C(mg/100g)/

*Figure 4. Bar chart relationship of enzim 1g/l, 3h plus CMC concentratio of CMC to (**A**)naringin content (ppm), (**B**)total soluble solids(°Brix), (**C**)pH, (**D**)viscosity(cP), (**E**)total acid(%), (**F**)vitamin C(mg/100g)*

0,1% dan konsentrasi CMC 0,1% juga tidak berbeda nyata dengan konsentrasi CMC 0,2 % tapi berbeda nyata dengan CMC 0,3 %. Konsentrasi CMC 0 % berbeda nyata dengan konsentrasi CMC 0,2 % dan CMC 0,3 % serta konsentrasi CMC 0,2% berbeda nyata dengan CMC 0,3%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan berbagai konsentrasi CMC yang berbeda pada produk memberikan pengaruh yang berbeda pada tiap perlakuan.

Peningkatan total padatan terlarut pada konsentrasi CMC yang semakin besar dapat disebabkan karena CMC merupakan suatu padatan sehingga bertambahnya konsentrasi CMC akan menambah jumlah padatan yang terlarut dalam air. Selain itu, Wong[16] juga menerangkan gugus substitusi CMC mengandung sebuah gugus karboksil hidrofilik yang cenderung membuat polisakarida bersifat lebih larut di dalam air.

3. pH

Nilai pH sari buah jeruk siam setelah penambahan CMC menunjukkan peningkatan sejalan dengan meningkatnya konsentrasi CMC. Nilai pH rata-rata produk berkisar antara 4,747 (CMC 0%) sampai 4,869 (CMC 0,3%) pada gambar 3B.

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan penambahan konsentrasi CMC pada berbagai tingkat konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap nilai pH. Pada uji lanjut juga menunjukkan bahwa konsentrasi CMC 0% berbeda nyata dengan konsentrasi CMC 0,1%, 0,2% dan 0,3%. Konsentrasi CMC 0,1 % berbeda nyata dengan konsentrasi CMC 0,2% dan CMC 0,3% serta konsentrasi CMC 0,2% juga berbeda nyata dengan CMC 0,3%.

4. Viskositas

Viskositas suatu zat alir adalah kemampuan menahan tegangan geser (*shearstress*) yang bekerja pada lapisan-lapisan (*layers*) zat alir tersebut. Viskositas dapat dinyatakan dalam Pa-s (pascal-second) bila dalam sistem SI, pada sistem cgs viskositas dinyatakan dalam unit poise (P). Viskositas sering dinyatakan dalam centipoise/cP (cP = 0,01 P).

Nilai viskositas rata-rata produk sari buah jeruk menunjukkan nilai berkisar antara 22,2 cp sampai 49 cP (Gambar 3C). Nilai tertinggi terdapat pada produk dengan penambahan CMC 0,3% dan terendah pada penambahan CMC 0%. Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan konsentrasi CMC yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($p>0,05$) terhadap nilai viskositas produk. Hasil uji lanjut juga menunjukkan bahwa konsentrasi CMC 0% berbeda nyata dengan CMC 0,1%, CMC 0,2% dan CMC 0,3%. Konsentrasi CMC 0,1% berbeda nyata dengan konsentrasi CMC 0,2 % dan CMC 0,3% serta konsentrasi CMC 0,2% juga berbeda nyata dengan CMC 0,3%. Hal ini dapat menjelaskan bahwa penambahan tingkat konsentrasi CMC akan memberikan pengaruh yang berbeda dengan meningkatkan nilai viskositas pada produk sari buah jeruk.

Peningkatan viskositas dapat disebabkan karena adanya senyawa pektin dalam sari buah jeruk dan senyawa CMC yang ditambahkan. Senyawa-senyawa ini bila dalam air dan adanya pemanasan akan membentuk gel. Semakin lama gel semakin berkembang, sehingga konsistensi sari buah juga semakin pekat. CMC mempunyai kemampuan untuk mengikat air pada gugus hidrofiliknya dan kenaikan konsentrasi CMC dapat meningkatkan kekentalan[9]. Selain itu, senyawa lainnya seperti protein dalam sari buah dalam jumlah kecil juga dapat meningkatkan viskositas. Jika protein mengalami kerusakan atau denaturasi, senyawa penyusunnya akan terpisah dan larut dalam sari buah sehingga mempengaruhi konsistensi bahan.

5. Total asam tertitrasi

Hampir pada setiap makanan mengandung asam atau campuran dari beberapa asam yang terjadi secara alami, dihasilkan dari aktivitas mikroorganisme ataupun memang sengaja ditambahkan saat berproduksi. Asam-asam organik ini dapat mempengaruhi aroma dan rasa[18].

Hasil pengamatan terhadap nilai rata-rata total asam tertitrasi terhadap produk berkisar antara 0,28 sampai 0,34 (Gambar 3D). Kandungan asam tertitrasi dalam minuman sari buah jeruk cenderung semakin menurun dengan peningkatan konsentrasi CMC dalam sari buah. Dari hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa tingkat konsentrasi CMC yang berbeda berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap nilai total asam tertitrasi.

Hasil uji lanjut juga menunjukkan bahwa konsentrasi CMC 0 % berbeda nyata dengan CMC 0,2% tetapi tidak berbeda nyata dengan konsentrasi CMC 0,1% dan CMC 0,3%. Konsentrasi CMC 0,1% tidak berbeda nyata dengan konsentrasi CMC 0,2% dan CMC 0,3% serta konsentrasi CMC 0,2% juga tidak berbeda nyata dengan CMC 0,3%. Hal ini dapat menjelaskan bahwa penambahan tingkat konsentrasi CMC tertentu akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap nilai total asam tertitrasi pada produk sari buah jeruk.

6. Vitamin C

Menurut Winarno[19], vitamin C tergolong vitamin larut air dan paling mudah rusak serta mudah pula teroksidasi. Vitamin C juga dapat berfungsi sebagai aktivator fermen perombak protein dan lemak serta dapat mempengaruhi pembentukan trombosit.

Nilai rata-rata vitamin C pada produk sari buah jeruk siam setelah diberi tambahan CMC adalah 35,1 sampai 36,8 seperti terlihat pada gambar 3E. Nilai kandungan vitamin C cenderung semakin menurun dengan peningkatan konsentrasi CMC. Berdasarkan analisa sidik ragam menunjukkan penambahan konsentrasi CMC yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap nilai vitamin C dalam produk.

C. Perlakuan Enzim Naringinase Diikuti Penambahan CMC

Pada tahap penelitian ini dilakukan pengujian terhadap pengaruh penambahan enzim naringinase dan CMC terhadap konsentrasi naringin dan mutu sari buah jeruk. Penelitian enzim naringinase menunjukkan perlakuan dengan konsentrasi 1 g/l dan waktu inkubasi 3 jam memberikan kondisi yang ideal untuk penambahan enzim tersebut ke dalam sari buah jeruk. Penambahan enzim ini dikombinasikan dengan penambahan CMC dengan konsentrasi (0,1, 0,2 dan 0,3 %). Kombinasi perlakuan ini diharapkan dapat mengurangi kepahitan sari buah jeruk.

1. Konsentrasi naringin

Penambahan enzim naringinase dan CMC pada tahap penelitian sebelumnya telah memperlihatkan kemampuan menurunkan konsentrasi naringin dalam produk sari buah jeruk. Kemampuan enzim naringinase dalam menghidrolisis senyawa naringin menjadi senyawa yang tidak pahit dan kemampuan CMC dalam membungkus partikel padatan keduanya dapat mengurangi atau menutupi kepahitan pada sari buah jeruk siam.

Hasil analisa menunjukkan bahwa sari buah jeruk dengan penambahan enzim naringinase 1 g/l dan waktu

inkubasi 3 jam serta dengan semakin meningkatnya konsentrasi CMC yang ditambahkan menyebabkan penurunan konsentrasi naringin yang semakin besar (Gambar 4A). Penurunan terbesar pada perlakuan penambahan enzim dengan CMC 0,3% yaitu 93,1 ppm naringin atau 62,1% dan yang terkecil pada penambahan enzim dengan CMC 0,1% yaitu 71,9 ppm atau 47,9%.

Analisa sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan enzim naringinase dan CMC memberikan pengaruh nyata (pd"0,05) pada konsentrasi naringin dalam sari buah jeruk. Pada uji lanjut juga menunjukkan bahwa penambahan enzim naringinase dengan CMC 0,1% berbeda nyata dengan penambahan enzim naringinase dan CMC 0,2 serta 0,3 %. Namun penambahan enzim dan CMC 0,2% tidak berbeda nyata dengan penambahan enzim dan CMC 0,3%.

Penurunan konsentrasi naringin dalam sari buah jeruk setelah diberikan perlakuan enzim dan CMC dapat dijadikan salah satu metode alternatif proses penghilangan rasa pahit pada sari buah jeruk murni. Tingkat kepahitan yang buah jeruk. Kemampuan enzim naringinase dalam menghidrolisis senyawa naringin menjadi senyawa yang tidak pahit dan kemampuan CMC dalam membungkus partikel padatan keduanya dapat mengurangi atau menutupi kepahitan pada sari buah jeruk siam.

Hasil analisa menunjukkan bahwa sari buah jeruk dengan penambahan enzim naringinase 1 g/l dan waktu inkubasi 3 jam serta dengan semakin meningkatnya konsentrasi CMC yang ditambahkan menyebabkan penurunan konsentrasi naringin yang semakin besar (Gambar 4A). Penurunan terbesar pada perlakuan penambahan enzim dengan CMC 0,3% yaitu 93,1 ppm naringin atau 62,1% dan yang terkecil pada penambahan enzim dengan CMC 0,1% yaitu 71,9 ppm atau 47,9%.

Analisa sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan enzim naringinase dan CMC memberikan pengaruh nyata (p>0,05) pada konsentrasi naringin dalam sari buah jeruk. Pada uji lanjut juga menunjukkan bahwa penambahan enzim naringinase dengan CMC 0,1 % berbeda nyata dengan penambahan enzim naringinase dan CMC 0,2 serta 0,3%. Namun penambahan enzim dan CMC 0,2 % tidak berbeda nyata dengan penambahan enzim dan CMC 0,3%.

Penurunan konsentrasi naringin dalam sari buah jeruk setelah diberikan perlakuan enzim dan CMC dapat dijadikan salah satu metode alternatif proses penghilangan rasa pahit pada sari buah jeruk murni. Tingkat kepahitan yang menurun pada minuman sari buah murni dapat mengurangi penggunaan bahan tambahan pangan seperti sukrosa, glukosa atau sakarin ke dalam minuman.

2. Total padatan terlarut

Nilai rata-rata total padatan terlarut dalam sari buah jeruk setelah penambahan enzim naringinase dan CMC berkisar 12,8 °Brix sampai 12,96 °Brix dan nilai ini lebih tinggi dari sari buah tanpa perlakuan (12,1°Brix) (Gb. 4B). Nilai tertinggi padatan terlarut terdapat pada perlakuan enzim dengan CMC 0,3 % dan terendah pada CMC 0,1 %; artinya semakin tinggi konsentrasi CMC yang ditambahkan semakin tinggi total padatan terlarut.

Seperti halnya pada tahap penelitian penambahan CMC dalam sari buah, penambahan enzim naringinase (1g/l, 3 jam) dengan CMC juga meningkatkan total padatan terlarut dalam sari buah jeruk. Secara umum nilai total padatan terlarut pada perlakuan penambahan enzim naringinase dan CMC lebih besar dibandingkan perlakuan yang hanya menambahkan CMC. Hal ini disebabkan semakin banyak senyawa glukosa yang terbentuk akibat hidrolisis naringin oleh enzim naringinase, sehingga menjadi senyawa yang larut dalam sari buah.

Analisa sidik ragam memperlihatkan bahwa perbedaan perlakuan penambahan CMC ke dalam sari buah jeruk berpengaruh sangat nyata (p>0,05) terhadap total padatan terlarut yang ada pada sari buah jeruk. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa sari buah tanpa perlakuan penambahan enzim naringinase dan CMC berbeda nyata dengan perlakuan penambahan enzim naringinase dan CMC 0,1, 0,2 dan 0,3%. Namun konsentrasi CMC 0,1, 0,2 dan 0,3% tidak saling berbeda nyata.

Peningkatan padatan terlarut dalam minuman sari buah jeruk dapat disebabkan karena kandungan glukosa dalam sari buah yang bertambah dan penambahan CMC yang berupa padatan. Hal ini terjadi karena enzim naringinase yang mengandung enzim á-rhamnosidase dan â-glukosidase mampu menghidrolisis naringin menjadi glukosa. Naringinase dengan aktivitas á- rhamnosidase yang terkandung di dalamnya mampu menghidrolisis naringin menjadi rhamnose dan prunin (4,5,7-trihydroxyflavone-7-glucoside), kemudian dilanjutkan dengan proses hidrolisis yang dikatalis oleh â-glukosidase untuk mengubah prunin menjadi naringenin (4,5,7-trihydroxyflavone-flavonone) dan glukosa[7].

3. pH

Nilai rata-rata pH pada sari buah jeruk yang telah diberi perlakuan enzim menunjukkan bahwa semakin meningkatnya CMC yang ditambahkan maka semakin meningkat pula nilai pHnya. Nilai pH tertinggi terdapat sari buah yang ditambahkan enzim naringinase dan CMC 0,3% yaitu 4,759 dan yang terkecil pada sari buah tanpa perlakuan yaitu 4,744 seperti terlihat pada gambar 4C. Dengan demikian penambahan enzim dengan

meningkatnya konsentrasi CMC yang ditambahkan menyebabkan keasaman produk berkurang.

Peningkatan nilai pH produk dengan semakin meningkat konsentrasi perlakuan pada tahap penelitian ini sama halnya seperti pada tahap penelitian penambahan CMC saja pada sari buah jeruk. Peningkatan nilai pH pada tahap ini tidak sebesar pada tahap penelitian penambahan CMC, hal ini karena nilai pH sari buah tanpa perlakuan pada tahap penelitian ini lebih rendah sehingga kelarutan CMC akan lebih rendah pula. Menurut Winarno[19], keasaman (pH) optimum dari larutan CMC adalah 5 dan apabila pH larutan terlalu rendah maka CMC akan mengendap, akibatnya kemampuan CMC mengionisasi cairan sari buah berkurang. CMC dapat menyebabkan ionisasi dan menghasilkan ion Na^+ yang dapat menyebabkan larutan bersifat basa[17].

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan penambahan enzim naringinase dan CMC pada tingkat konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap nilai pH produk sari buah. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa sari buah tanpa perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan penambahan enzim naringinase dan CMC 0,3%. Namun konsentrasi CMC 0,1, 0,2 dan 0,3% tidak saling berbeda nyata dalam mempengaruhi nilai pH sari buah jeruk.

4. Viskositas

Nilai viskositas rata produk sari buah jeruk menunjukkan nilai berkisar antara 22,2 cp sampai 42,5 cP (Gambar 4D). Nilai tertinggi terdapat pada produk dengan penambahan enzim naringinase dan CMC 0,3% dan terendah pada sari buah tanpa perlakuan. Nilai viskositas secara umum naik dengan meningkatnya konsentrasi CMC yang ditambahkan pada sari buah yang telah diberi enzim naringinase (1g/l, 3jam inkubasi).

Kenaikan nilai viskositas pada tahap penelitian ini sama seperti halnya kenaikan nilai viskositas pada sari buah dengan perlakuan penambahan CMC saja. Tapi kenaikan viskositas pada tahap penelitian ini lebih rendah dibandingkan penelitian tahap II. Hal ini sama kemungkinannya dengan penyebab kenaikan nilai pH yang lebih rendah yaitu disebabkan oleh nilai pH produk tanpa awal perlakuan yang lebih rendah bila dibandingkan nilai produk awal tanpa perlakuan pada penelitian tahap II. Menurut Glicksman[17], viskositas CMC dipengaruhi oleh suhu dan pH, pada pH kurang dari 5 viskositas CMC akan menurun, sedangkan CMC sangat stabil pada pH antara 5–11. Oleh karena itu, dengan semakin rendah pH kestabilan viskositas CMC menurun dan kekentalan sari buah juga menurun.

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata (pd"0,05) terhadap nilai viskositas produk. Hasil uji lanjut juga menunjukkan bahwa sari buah tanpa perlakuan berbeda nyata dengan penambahan enzim naringinase dan CMC 0,1, 0,2 dan 0,3%. Penambahan enzim naringinase dengan CMC 0,1, 0,2 dan 0,3% juga berbeda nyata satu sama lainnya.

Peningkatan viskositas berhubungan erat dengan padatan yang terlarut dalam minuman sari buah. Semakin banyak padatan yang terlarut dalam air minuman sari buah membuat kekentalan produk meningkat dengan disertai penambahan CMC. Kemampuan CMC sebagai emulsifier juga membantu interaksi fraksi yang tak larut dalam air berinteraksi dengan air, karena CMC mempunyai dua gugus fungsi yang berbeda yaitu gugus hidrofilik dan hidrofobik. Hal ini menyebakan CMC berperan sebagai pengental.

5. Total asam tertitrasi

Total asam dapat mempengaruhi pH dan rasa. Total asam yang tinggi dapat menurunkan pH dan memberikan rasa masam. Sari buah jeruk sendiri memiliki citarasa masam ketika diminum. Hasil pengamatan terhadap nilai rata-rata total asam tertitrasi terhadap produk berkisar antara 0,39 sampai 0,50 (Gambar 4E).

Secara keseluruhan total asam tertitrasi cenderung menurun dengan peningkatan konsentrasi CMC yang ditambahkan pada sari buah yang diberi perlakuan penambahan enzim naringinase. Hal ini sama seperti penelitian penambahan CMC pada sari buah jeruk, dimana nilai total asam tertitrasi juga cenderung menurun.

Dari hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang berbeda berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap nilai total asam tertitrasi. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa penambahan enzim dengan CMC 0,1% berbeda nyata dengan penambahan enzim dengan CMC 0,2%. Pada perlakuan lainnya yaitu sari buah tanpa perlakuan tidak beda nyata dengan penambahan enzim dan CMC 0,1, 0,2 dan 0,3%. Penambahan enzim dan CMC 0,1% tidak berbeda nyata dengan penambahan enzim dan CMC 0,3% dan penambahan enzim dan CMC 0,2% tidak beda nyata dengan penambahan enzim dan CMC 0,3%. Kecenderungan menurunnya total asam kemungkinan ditentukan oleh beberapa faktor antara lain diserap oleh CMC dan nilai pH dari CMC.

6. Vitamin C

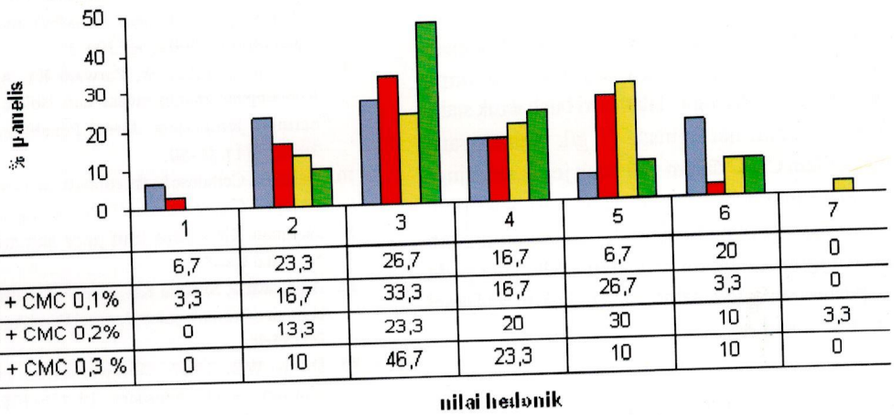
Nilai rata-rata vitamin C pada produk sari buah jeruk siam setelah perlakuan adalah 53,5 sampai 59,7 seperti terlihat pada gambar 4F. Hasil pengamatan menunjukkan nilai vitamin C dalam produk cenderung mengalami penurunan, dimana semakin tinggi konsentrasi CMC yang ditambahkan pada sari buah cenderung semakin menurun

KESIMPULAN

1. Perlakuan terbaik adalah konsentrasi enzim naringinase adalah 1 g/l dan waktu inkubasi 3 jam mampu menurunkan 45,2 % naringin dalam sari buah jeruk siam.
2. Penggunaan enzim naringinase (1 g/l, 3 jam) yang dikombinasikan CMC dalam sari buah jeruk siam juga menurunkan kandungan naringin dalam sari buah lebih besar (62,1% pada penambahan 0,3%) dibandingkan dengan penggunaan enzim saja atau CMC saja pada tingkat perlakuan yang sama, meruapakan indikasi adanya efek sinergis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Noomhorm A, Kasemsuksahul N. Effect of maturity and processing on bitter compounds in Thai tangerine juice. International Journal of Food Science and Technology. 1992; 27:65-72.
2. Maeir VP, Dreyer DL. Citrus bitter principles occurrence of limonin in grapefruit juice. J. Agric. Food Chem. 1965; 46:4723-4727.
3. Kimball D. Citrus processing quality control and technology. New York : Van Nostrand Reinhold; 1991.
4. Rouseff RL, Martin SF, Youtsey CO. Quantitatife survey of narirutin, naringin, hesperidin, and neohesperidin in Citrus. J. Agric.Food Chem. 1987; 35:1027-1030.
5. McIntosh CA, Mansell RL. Three-dimensional distribution of limonin, limonoate a-ring monolactone, and naringin in the fruit tissues of three varisties of Citrus paradise. J. Agric. Food Chem. 1997; 45:2876-2883.
6. Rouseff RL. Bitterness in Foods and Beverages. Amsterdam : Elsevier; 1990.
7. Puri M, Banerjee UC. Production, purification and characterization of the debittering enzyme naringinase. Journal Biotechnology Adv. 2000; 18:201-217.
8. Prakash S, Singhal RS, Kulkarni PR. Enzymes debittering of indian grapefruit (*Citrus Paradisi*) juice. Journal Science Food Agricultural. 2002; 82:394-397.
9. Sukasih E, Haliza W, Purwani EY, Agustinasari I, Setyadjit. Kemampuan rhamnosidase dari isolate kapang untuk hidrolisis naringin jeruk siam. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian. 2008; 5(1):41-50.
10. Ganz AS. Cellulose hydrocolloids. In: Graham. Food hydrocolloids. Westport Connecticut : AVI Publishing Co Inc; 1977.
11. Jackman KR. Citrus fruit juice and drinks [US Patent]. 1979; No.4.163.807.
12. Aggarwal P, Shandu KS. Effect of hydrocolloids on the limonin content of kinnow juice. Journal Food Agri. & Environment. 2004; 2(1):44-48.
13. Davis WB. 1947. Determination of flavounes in citrus industry. Anal Chemistry. 19:476-478.
14. Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Sedarnawati, Budiyanto S. Analisis Pangan. Bogor : PAU Pangan dan Gizi IPB; 1989.
15. Braddcock RJ. Pectinase treatment of raw orange juice and subsequent quality changes in 60°Brix concentrate Proceeding. Florida State Horticulture Soc. 1981; 94:270-273.
16. Chandler BV. Some solubility relationships of limonin. their importance in orange juice bitterness.CSIRO Food Res Q. 1971; 31:36-40.
17. Wong DWS. Mechanism and theory in food chemistry. Netherland : Van Nostrand Rein Hold; 1989.
18. Glicksman M. Food hydrocolloids [Volume II]. Florida : CRC Press; 1983.
19. Hewson L, Hollowood T, Chandra S, Hort J. Taste-aroma interactions in a citrus flavoured model beverages system: similarities and differences between acid and sugar type. Food Qualioty and Preference. 2008; 19:323-334.
20. Winarno FG. Kimia pangan dan gizi. Jakarta : PT. Gramedia; 1992.
21. Thorne S. Developments in food preservation. London : Elsevier; 1989.
22. Burdullu HS, Koca N, Korademiz F. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates durin storage. Journal of Food Engineering. 2006; 74:211-216.



	1	2	3	4	5	6	7
0%	6,7	23,3	26,7	16,7	6,7	20	0
enzim + CMC 0,1%	3,3	16,7	33,3	16,7	26,7	3,3	0
enzim + CMC 0,2%	0	13,3	23,3	20	30	10	3,3
enzim + CMC 0,3 %	0	10	46,7	23,3	10	10	0

Gambar 5. Histogram persentase panelis yang memilih nilai hedonik kepahitan/
Figure 5. Bar chart of percentage of panelist who has chosen the hedonic value

pula nilai vitamin C. Hal ini sama seperti pada penelitian tahap II. Hasil analisa sidik ragam memperlihatkan bahwa perlakuan yang berbeda pada sari buah tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap nilai vitamin C dalam produk.

Penurunan nilai vitamin C dipengaruhi oleh kandungan asam askorbat dalam sari buah. Menurut Thorne[21], Burdulu *et al.*[22], dan Ziena[23], kestabilan asam askorbat terhadap oksidasi dipengaruhi oleh nilai pH. Kestabilan asam askorbat akan meningkat seiring dengan menurunnya nilai pH. Asam askorbat dalam pH rendah akan lebih lambat teroksidasi daripada dalam pH yang lebih tinggi. Karena nilai pH sari buah jeruk semakin naik dengan peningkatan penambahan konsentrasi CMC maka kemungkinan asam askorbat teroksidasi semakin besar.

7. Organoleptik kepahitan

Untuk mengetahui perlakuan yang disukai maka dilakukan uji organoleptik. Pada uji organoleptik ini dilakukan pengujian terhadap 3 perlakuan yang berbeda yaitu penambahan enzim naringinase (1g/l, 3jam) dengan kombinasi konsentransi CMC 0,1, 0,2 dan 0,3%. Uji organoleptik yang dilakukan yaitu uji hedonik. Uji hedonik digunakan untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen terhadap formula produk sari buah berdasarkan 6 parameter uji, yaitu kepahitan.

Kepahitan yang ditimbul pada sari buah murni jeruk ini dapat berasal dari senyawa naringin dan limonin. Keduanya merupakan komponen aktif yang terdispersi dalam sari buah yang dapat menimbulkan rasa pahit di lidah ketika diminum. Sangat sulit membedakan kepahitan yang ditimbulkan oleh kedua senyawa yang berbeda ini karena keduanya juga sangat pahit.

Sari buah jeruk ini adalah sari buah jeruk yang belum diberikan bahan tambahan seperti glukosa, sukrosa atau bahan pemanis lainnya. Sehingga minuman sari buah ini bila diminum masih kental rasa pahitnya di lidah.

Pada hasil analisa terhadap uji hedonik untuk parameter kepahitan (Gambar 5) menunjukkan bahwa pada sari buah tanpa perlakuan, sebagian besar panelis memilih skor hedonik produk sari buah pada skor 3 (sebanyak 26,7%) artinya agak tidak suka. Pada sari buah dengan penambahan enzim naringinase dan CMC 0,1 % sebagian besar panelis memberi skor 3 (sebanyak 33,3%), penambahan enzim naringinase dan CMC 0,2 % sebagian besar memberi skor 5 (sebanyak 30%) artinya agak suka dan penambahan enzim naringinase dan CMC 0,3 % sebagian besar memberi skor 3 (sebanyak 46,7%). Hasil tersebut memperlihatkan bahwa produk dengan penambahan enzim naringinase dan CMC 0,2 % merupakan produk yang agak disukai untuk tingkat kepahitannya oleh sebagian besar panelis.

Skor rata-rata kesukaan panelis terhadap parameter kepahitan berada pada selang skor 3,5 (artinya mendekati netral) sampai 4,1 (mendekati agak suka). Nilai hedonik terendah terdapat pada produk tanpa perlakuan enzim dan CMC dan tertinggi pada penambahan enzim dan CMC 0,2 %. Hasil analisa sidik ragam memperlihatkan bahwa perbedaan perlakuan pada sari buah jeruk tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kepahitan produk akhir pada selang kepercayaan 95%. Nilai kesukaan panelis terhadap kepahitan sari buah jeruk siam dengan empat perlakuan yang berbeda tidak beda nyata ($p>0,05$).