

STUDI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN CUKA SALAK DARI BERBAGAI VARIETAS BUAH SALAK (*SALACCA ZALACCA*)

*The Study of Antioxidant Activity of Snake Fruit Vinegar from Several Snake Fruit Varieties (*Salacca zalacca*)*

Elok Zubaidah^{1*}, Austin¹, dan Feronika Heppy Sriherfyna¹

¹Jurusan Teknologi Hasil Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran – Malang 65145

*Penulis Korespondensi: email: elzoeba@yahoo.com

ABSTRAK

Buah salak adalah salah satu buah tropis asli Indonesia yang tersebar di berbagai daerah nusantara dan panen sepanjang tahun. Buah salak memiliki kandungan fenol yang tinggi sebesar 274.56 ± 3.21 mg/100 g. Namun, daya simpan buah salak terbatas sehingga perlu dilakukan alternatif pengolahan menjadi cuka. Cuka adalah produk hasil fermentasi alkohol oleh yeast dan fermentasi asam asetat oleh bakteri asam asetat. Varietas buah salak sangat beragam namun belum diketahui varietas yang menghasilkan cuka dengan aktivitas antioksidan tertinggi. Cuka salak berpotensi memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi karena kandungan total fenol dan asam-asam organik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor yaitu varietas salak (Pondoh, Suwaru, Gula Pasir, Madu, dan Bangkalan) yang diulang 3 kali sehingga diperoleh 15 satuan percobaan. Hasil perlakuan terbaik dengan aktivitas antioksidan tertinggi yaitu cuka salak Suwaru dengan karakteristik total asam sebesar 1.046%, pH 2.94, total gula 0.126%, TPT 3.27 °Brix, total fenol 233 mg/L GAE, aktivitas antioksidan 68.113%, dan kadar alkohol 0%.

Kata kunci : Aktivitas Antioksidan , Cuka, Varietas Salak

ABSTRACT

Snake fruit is one of many Indonesia's tropical fruits spread out all over the areas and harvested throughout the year. Snake fruit contains high phenolic compounds up to 274.56 ± 3.21 mg/100 g. However, the shelf life of snake fruit was relatively short therefore processing it to make vinegar may extend the shelflife. Vinegar is produced from alcohol fermentation by yeast followed by acetic acid fermentation by acetic acid bacteria. There are many varieties of snake fruits but which variety produces vinegar with a high antioxidant activity is unknown. Snake fruit vinegar has a high potential of antioxidant activity as it contains total phenolics compounds and organic acids. The present study used a complete randomized 1 factorial design, with the snake fruit varieties (Pondoh, Suwaru, Gula Pasir, Madu, dan Bangkalan) as the only independent variable and analysed in 3 replications, resulting in 15 sets of experiment. The best treatment with the highest antioxidant activity was Suwaru vinegar containing total acids of 1.046%, pH of 2.94, total sugars of 0.126%, total dissolved solids of 3.27 °Brix, total phenols of 233 mg/L GAE and antioxidant activity of 68.113%, whereas alcohol content was not detected.

Key words: Antioxidant activity, Snake Fruit Varieties, Vinegar

PENDAHULUAN

Buah salak (*Salacca zalacca*) adalah salah satu jenis buah-buahan tropis asli Indonesia yang tersebar di berbagai daerah dan panen terjadi sepanjang tahun (Nazaruddin dan Kristiawati, 1996). Produksi salak nasional memberikan sumbangan terbesar keempat terhadap total produksi buah nasional sete-

lah pisang, jeruk keprok dan mangga, yaitu sebesar 6.57 persen atau 937930 ton (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2009). Total fenol buah salak lebih tinggi dari buah pisang, jeruk keprok, dan mangga dengan masing-masing buah memiliki total fenol sebesar 274.56 ± 3.21 mg/100 g; 27.12 ± 4.84 mg/100 g; 102.2 ± 1.4 mg/100 g; dan 43.33 mg/100 g (Mokhtar et al., 2004; Deniati, 2006; Ellong et

al., 2015; Soqi *et al.*, 2012).

Salak merupakan buah yang mudah rusak sehingga perlu dilakukan alternatif pengolahan untuk meningkatkan daya simpan salak. Salah satu alternatif pengolahan buah salak yang belum pernah ada dan dapat dilakukan adalah dengan diolah menjadi cuka salak. Cuka adalah produk dengan kandungan asam asetat tinggi dan terbuat dari bahan-bahan yang mengandung gula atau pati melalui fermentasi alkohol secara anaerob oleh *Saccharomyces cerevisiae* dan diikuti fermentasi asam asetat oleh bakteri asam asetat yang mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat secara aerob (Rai, 2009). Cuka buah dikenal mampu menurunkan kadar glukosa darah, antihipertensi, antikanker, meningkatkan sistem imun tubuh, dan lain-lain (Johnston and Gaas, 2006). Pada cuka salak, aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh kandungan fenol dan asam-asam organik yang tinggi (Zubaidah, 2015).

Penelitian mengenai aktivitas antioksidan cuka salak dari berbagai varietas salak sampai saat ini belum ada. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui aktivitas antioksidan dari 5 varietas salak (Madu, Bangkalan, Suwaru, Gula Pasir, dan Pondoh) yang populer dikalangan masyarakat tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui varietas yang menghasilkan cuka salak dengan aktivitas antioksidan tertinggi.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan cuka salak adalah salak Suwaru diperoleh dari Desa Suwaru, Kecamatan Gondang Legi, Kabupaten Malang. Salak Gula Pasir, salak Pondoh, dan salak Madu diperoleh dari Supermarket Lai-lai, Malang. Salak Bangkalan diperoleh dari Bangkalan, Madura. Isolat *Saccharomyces cerevisiae* diperoleh dari Laboratorium Bioteknologi Pangan. Isolat *Acetobacter pasteurianus* IFO 3283 diperoleh dari Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada. Air demineralisasi Cleo diperoleh dari Indomaret. Natrium metabisulfid dan glukosa diperoleh dari Toko Makmur Sejati, Malang. Diamonium hidrogen fosfat diperoleh dari CV. Sumber Utama Kimiamurni, Surabaya, Sukrosa dengan merk Value Plus diperoleh dari Hypermarket Matos. Kentang yang dibeli di pasar

Dinoyo. Media PDA, yeast extract, pepton, dan agar merek Oxoid diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Pangan. $MgSO_4$ diperoleh dari Laboratorium Biokimia Pangan.

Alat

Alat yang digunakan adalah neraca analitik OHAUS, timbangan Yamato, blender National, electric stove Maspion, autoclave Hirayama, laminar air flow (LAF), inkubator Binder BD53, shaker waterbath Memmert WNB 14, vortex LW Scientific, stomacher Seward, spektrofotometer Genesys 20, pH meter Hanna, hand-refraktometer ATAGO, alkohol meter, centrifuge Hettich EBA 20, *centrifuge* dingin Hettich Zentrifugen Mikro 22R, termometer, botol fermentor, selang, aerator Amara, mikropipet nonfixed Gilson 100-1000 μ l, mikropipet fixed Gilson, mikrotip, autoklaf merek Hirayama, dan destruksi merek All American 25X, labu ukur 25 ml, 50 ml, dan 100 ml IWAKI, cawan petri Normax, tabung reaksi, erlenmeyer, gelas ukur, pipet ukur, dan gelas beaker IWAKI, kompor Rinnai dan Maspion, dan bola hisap D&N.

Desain Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor dan terdiri dari 5 level berdasarkan varietas salak. Setiap level diulang sebanyak 3 kali, sehingga didapatkan 15 satuan percobaan. Faktor yang digunakan adalah varietas buah salak, yaitu:

- S1 : varietas salak Pondoh
- S2 : varietas salak Suwaru
- S3 : varietas salak Gula pasir
- S4 : varietas salak Madu
- S5 : varietas salak Bangkalan

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dalam empat tahap, yaitu pembuatan inokulum *Saccharomyces cerevisiae*, pembuatan inokulum *Acetobacter pasteurianus* IFO 3283, pembuatan sari salak beralkohol, dan pembuatan cuka salak.

Pembuatan inokulum *Saccharomyces cerevisiae* (Suharto, 1995 dan Rianto, 2004, dengan modifikasi)

Sepuluh mililiter media cair kentang ditambahkan 2 ose kultur *Saccharomyces cerevisiae* umur 24 jam dan divortex, kemu-

dian diinkubasi suhu 30 °C selama 9.5 jam. Lalu, diambil 5 ml dari 10 ml media aktivasi *Saccharomyces cerevisiae* dan ditambahkan pada 45 ml media fermentasi sari salak dan digoyang-goyang hingga homogen, kemudian diinkubasi dalam inkubator suhu 30 °C selama 9.5 jam. Lalu, 40 ml *Saccharomyces cerevisiae* dari media fermentasi diambil kemudian ditambahkan pada 360 ml media sari salak dan dihomogenkan, kemudian diinkubasi dalam inkubator suhu 30 °C selama 9.5 jam.

Pembuatan Inokulum *Acetobacter pasteurianus* IFO 3283 (Zubaidah, 2010, Nurika dan Hidayat, 2001, dengan modifikasi)

Sepuluh mililiter PGYB dalam tabung reaksi ditambah dengan 2 ose kultur *Acetobacter pasteurianus* umur 48 jam, divortex, dan diinkubasi suhu 30 °C selama 48 jam. Lalu, 10 ml *Acetobacter pasteurianus* dari media PGYB ditambahkan pada 90 ml media PGYB dan digoyang-goyang hingga homogen, kemudian diinkubasi dalam inkubator suhu 30 °C selama 48 jam. Lima puluh lima ml *Acetobacter pasteurianus* dari media PGYB diambil dan ditambahkan pada 495 ml media PGYB dan digoyang-goyang hingga homogen, kemudian diinkubasi dalam inkubator suhu 30 °C selama 48 jam. *Acetobacter pasteurianus* dari seed culture diambil 15% dan diinokulasikan dalam sari salak beralkohol, kemudian diinkubasi suhu 30 °C selama 30 hari.

Pembuatan Sari Salak Beralkohol (Rianto, 2004 dan Zubaidah, 2010, dengan modifikasi)

Salak dibuat menjadi filtrat salak yaitu buah salak kupas dan dipisahkan dari bijinya, kemudian dicuci dan ditimbang. Buah salak ditambah air dengan perbandingan

salak : air = 1 : 2 (b/v), kemudian dihaluskan dengan blender sampai halus hingga diperoleh bubur buah. Bubur buah disaring dengan kain saring yang dilapisi kertas saring hingga diperoleh sari buah salak, kemudian ditambah dengan diamonium hidrogen fosfat 0.2%, sukrosa 12.5%, Na-bisulfat 200 mg/L, kemudian diaduk hingga homogen. Selanjutnya, filtrat dianalisa total gula, total fenol, pH, total asam, total padatan terlarut, kadar alkohol, dan aktivitas antioksidan. Filtrat buah salak dipasteurisasi suhu 70 °C selama 15 menit dan disaring dengan kain saring, kemudian filtrat salak dimasukkan ke dalam botol fermentor dan didinginkan sampai suhu 30 °C. Kultur cair teraktivasi *Saccharomyces cerevisiae* ditambahkan sebanyak 5% ke dalam botol fermentor. Fermentasi dilakukan pada suhu ruang (anaerob) sampai tidak dihasilkan gelembung CO₂ (selama 7 hari). Hasil fermentasi alkohol dianalisa total gula, pH, total asam, total padatan terlarut, kadar alkohol, total fenol, dan aktivitas antioksidan.

Pembuatan Cuka Salak (Rianto, 2004 dan Zubaidah, 2010, dengan modifikasi)

Hasil fermentasi alkohol dipasteurisasi dan ditambah dengan kultur *Acetobacter pasteurianus* teraktivasi sebanyak 15%, kemudian dilakukan fermentasi secara aerobik selama 30 hari. Setelah fermentasi selesai, selanjutnya dilakukan pasteurisasi suhu 70 °C selama 15 menit. Cuka salak yang diperoleh dilakukan analisa total gula, pH, total asam, total padatan terlarut, kadar alkohol, total fenol, dan aktivitas antioksidan.

Metode

Pengamatan dilakukan terhadap sari buah salak, sari salak beralkohol dan cuka salak, yang meliputi kadar alkohol dengan

Tabel 1. Karakteristik sari buah salak berbagai varietas setelah penambahan sukrosa 12.5%

Varietas Salak	T o t a l A s a m (%)	pH	T o t a l Gula (%)	T P T (°Brix)	Total Fenol (mg/L GAE)	Aktivitas Antioksidan (%)
Gula Pasir	0.10	4.23	14.48	12.00	101.33	12.57
Pondoh	0.07	4.28	13.67	12.20	86.03	10.53
Madu	0.06	4.38	14.20	12.80	45.50	4.98
Madura	0.06	4.39	13.50	13.40	84.13	15.18
Suwaru	0.05	4.62	15.46	13.60	140.83	60.83

alkohol meter, total mikroba starter *Saccharomyces cerevisiae* dan *Acetobacter pasteurianus* IFO 3283 (TPC) (Fardiaz, 1992), analisa total gula dan pH (Apriyantono *et al.*, 1994), analisa total padatan terlarut (AOAC, 1995), analisa total asam (Sudarmadji *et al.*, 1997), analisa total fenol (Yang *et al.*, 2006), dan analisa aktivitas antioksidan metode DPPH (Pinsirodom *et al.*, 2008). Data hasil pengamatan dianalisa dengan analisa ragam (ANOVA). Apabila dari hasil uji menunjukkan adanya pengaruh maka dilakukan uji lanjut dengan BNT (Beda Nyata Terkecil) 5%. Penentuan perlakuan terbaik menggunakan metode Multiple Attribute (Zeleny, 1982).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Sari Buah Salak

Data analisa awal karakteristik sari buah salak berbagai varietas setelah penambahan sukrosa 12.5% dapat dilihat pada Tabel 1. Total gula sari buah salak tertinggi adalah salak Suwaru sebesar 15.50%, sedangkan total gula sari buah salak terendah adalah salak Madura sebesar 13.50%. TPT sari buah salak tertinggi adalah salak Suwaru sebesar 13.60 °Brix, sedangkan TPT sari buah salak terendah adalah salak Gula Pasir sebesar 12.00 °Brix. Derajat keasaman (pH) sari buah

salak tertinggi adalah salak Suwaru sebesar 4.62, sedangkan pH sari buah salak terendah adalah salak Gula Pasir sebesar 4.23. Total asam sari buah salak tertinggi adalah salak Gula Pasir sebesar 0.09%, sedangkan total asam sari buah salak terendah adalah salak Suwaru sebesar 0.05%. Total fenol tertinggi adalah salak Suwaru sebesar 140.83 mg/L GAE, sedangkan total fenol terendah adalah salak Madu sebesar 45.50 mg/L GAE. Serta, aktivitas antioksidan tertinggi adalah salak Suwaru sebesar 60.83%, sedangkan aktivitas antioksidan terendah adalah salak Madu sebesar 4.98%.

2. Analisa Produk Fermentasi Sari Salak Beralkohol

Proses fermentasi cuka diawali dengan fermentasi sari salak beralkohol selama 10 hari dimana gula pada medium sari buah salak akan difermentasi menjadi etanol. Starter yang digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae* dengan jumlah inokulum sebesar 5.4×10^7 CFU/ml. Hasil analisa sari salak beralkohol dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil analisa menunjukkan rerata total fenol sari salak beralkohol berkisar antara 105.67-218.83 mg/l GAE. Rerata total fenol sari salak beralkohol yang tertinggi adalah salak Suwaru sebesar 216.67 mg/l GAE, se-

Tabel 2. Rerata hasil analisa sari salak beralkohol

Varietas Salak	Total Asam (%)	pH	Total Gula (%)	T P T (°Brix)	Total Fenol (mg / L GAE)	Aktivitas Antioksidan (%)	Kadar Alkohol (%)
Gula Pasir	0.37	2.90	0.09	4.20	130.33d	31.62b	5.00
Pondoh	0.36	2.90	0.10	4.20	138.67c	34.09b	5.00
Madu	0.35	2.93	0.12	4.40	105.67bc	18.40bc	5.00
Madura	0.35	2.97	0.13	4.47	177.00a	53.79a	4.33
Suwaru	0.35	3.07	0.40	4.53	216.67ab	62.73c	4.33

Ket: kandungan total fenol diinterpretasikan sebagai milligram per liter ekivalen asam galat (GAE=Galic Acid Equivalent)

Tabel 3. Rerata hasil analisa cuka salak

Varietas Salak	Total Asam (%)	pH	Total Gula (%)	T P T (°Brix)	Total Fenol (mg/L GAE)	Aktivitas Antioksidan (%)	Kadar Alkohol (%)
Gula Pasir	1.46	2.71b	0.05	2.87	142.50bc	34.64b	0.00
Pondoh	1.42	2.71b	0.06	2.93	195.17ab	36.71b	0.00
Madu	1.24	2.81ab	0.06	3.20	111.00c	23.53c	0.00
Madura	1.07	2.89a	0.07	3.20	213.17a	59.52a	0.33
Suwaru	1.05	2.94a	0.13	3.27	233.00a	68.11a	0.00

dangkan rerata total fenol yang terendah adalah salak Madu sebesar 105.67 mg/1 GAE. Total fenol sari salak beralkohol tertinggi adalah sari salak beralkohol Suwaru dan tidak berbeda nyata dengan sari salak beralkohol Madura, diduga karena total fenol yang ada pada setiap varietas salak berbeda nyata serta total gula antara sari buah salak yang relatif sama, yang tentu akan mempengaruhi pembelahan sel dan kerja *S. cerevisiae* dalam mensintesis fenol bebas dalam medium sari salak beralkohol. Selain itu, kandungan vitamin dan mineral yang berbeda-beda menyebabkan kerja *S. cerevisiae* dan enzim yang dihasilkan tentu tidak sama antar varietas salak. Oleh karena itu, kelima varietas salak diatas memberikan pengaruh nyata terhadap kenaikan total fenol sari salak beralkohol. Martins *et al.* (2011) menyatakan bahwa *S. cerevisiae* menghasilkan enzim β -glukosidase yang dapat memecah ikatan glikosida sehingga membebaskan senyawa fenol ke medium fermentasi. Total asam salak beralkohol meningkat yang berarti *S. cerevisiae* mampu meningkatkan kandungan asam p-koumarat, ferulat, dan syringic (Moore *et al.*, 2007).

3. Analisa Produk Fermentasi Cuka Salak

Cuka salak merupakan sari salak hasil fermentasi asam asetat selama 30 hari. Starter yang digunakan adalah *Acetobacter pasteurianus* IFO 3283 dengan jumlah inokulum sebesar 1.1×10^7 CFU/mL. Hasil analisa cuka salak dapat dilihat pada Tabel 3.

Total Asam, Total Gula, TPT, dan Kadar Alkohol Cuka Salak

Rerata total asam yang didapatkan dari cuka salak berbagai varietas salak berkisar antara 1.05-1.46%. Rerata total asam cuka salak yang tertinggi adalah salak Gula Pasir sebesar 1.46%, sedangkan rerata total asam cuka salak yang terendah adalah salak Suwaru sebesar 1.05%. Hasil analisa ragam total asam cuka salak menunjukkan bahwa perlakuan berbagai varietas salak tidak memberikan pengaruh nyata terhadap total asam cuka salak ($\alpha = 0.05$). Rerata total asam cuka salak antar varietas tidak berbeda nyata diduga karena total asam sari salak beralkohol antara varietas salak juga tidak berbeda nyata dan kadar alkohol sari salak beralkohol sebagai substrat fermentasi asam asetat juga tidak berbeda nyata. Peningkatan total asam

terjadi pada semua medium cuka salak. Selama fermentasi asam asetat, *A. pasteurianus* IFO 3283 akan menghasilkan asam-asam organik, terutama asam asetat sebagai hasil utama metabolisme etanol. Menurut Wood (1998) pada fermentasi asam asetat hampir semua etanol pada medium atau sekitar 95-98% etanol dioksidasi menjadi asam asetat. Ketidaksesuaian tersebut disebabkan adanya oksidasi asam asetat lebih lanjut oleh *A. pasteurianus* IFO 3283 serta waktu fermentasi selama 30 hari kurang optimal untuk mencapai total asam yang diinginkan.

Rerata total gula yang didapatkan dari cuka salak berbagai varietas salak berkisar antara 0.05-0.13%. Hasil analisa ragam total gula cuka salak menunjukkan bahwa perlakuan berbagai varietas salak tidak memberikan pengaruh nyata terhadap total gula cuka salak ($\alpha = 0.05$). Rerata total gula cuka salak antar varietas tidak berbeda nyata diduga karena total gula sari salak beralkohol antara varietas salak juga tidak berbeda nyata.

Penurunan total gula terjadi pada semua medium cuka salak. Hal ini diduga karena gula (terutama fruktosa) masih tersisa pada medium sari salak beralkohol karena belum terfermentasi oleh *S. cerevisiae* saat proses fermentasi alkohol. Hal ini didukung dengan pernyataan Guillaume *et al.* (2007) bahwa *S. cerevisiae* termasuk yeast yang bersifat glukofilik, artinya lebih memilih mengonsumsi glukosa daripada fruktosa. Sehingga, gula yang masih tersisa diduga akan dimetabolisme oleh *A. pasteurianus* IFO 3283 dan terjadi penurunan total gula cuka salak. Menurut Drysdale dan Fleet (1988) bakteri dengan genus *Acetobacter* mampu memetabolisme glukosa yang tersedia dalam medium, melalui jalur heksosa monofosfat, Embden-Meyerhof-Parnas, dan Entner-Doudoroff.

Rerata total padatan terlarut (TPT) yang didapatkan dari cuka salak berbagai varietas salak berkisar antara 2.87-3.27 °Brix. Hasil analisa ragam TPT cuka salak menunjukkan bahwa perlakuan berbagai varietas salak tidak memberikan pengaruh nyata terhadap TPT cuka salak ($\alpha = 0.05$). Rerata TPT cuka salak antar varietas tidak berbeda nyata diduga karena total gula, sebagai komponen terbesar TPT, cuka salak tidak berbeda nyata dan TPT sari salak beralkohol antara varietas satu dan lain juga tidak berbeda nyata. Penurunan TPT terjadi pada semua medium cuka salak. Hal ini diduga karena TPT selama fermentasi asam asetat dengan kom-

ponen terbesar padatan terlarut berupa gula, yang masih tersisa dalam medium cuka salak akan difermentasi oleh *A. pasteurianus* IFO 3283. Menurut Muafi (2004) gula merupakan komponen terbesar padatan terlarut selain pektin, pigmen, vitamin, dan mineral. Menurut Drysdale dan Fleet (1988) bakteri dengan genus *Acetobacter* mampu memetabolisme glukosa yang tersedia dalam medium, melalui jalur heksosa monofosfat, Embden-Meyerhof-Parnas, dan Entner-Doudoroff.

Rerata kadar alkohol yang didapatkan dari cuka salak berbagai varietas salak berkisar antara 0% dan 0.33%. Hasil analisa ragam kadar alkohol cuka salak menunjukkan bahwa perlakuan berbagai varietas salak tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar alkohol cuka salak ($\alpha = 0.05$). Rerata kadar alkohol cuka salak antar varietas tidak berbeda nyata diduga karena kadar alkohol sari salak beralkohol juga tidak berbeda nyata. Kadar alkohol cuka salak Madura paling tinggi diduga karena adanya senyawa fenol tertentu dari keseluruhan total fenol dan kadarnya lebih banyak dibandingkan pada buah salak varietas lain yang bersifat menghambat pertumbuhan *A. pasteurianus* IFO 3283 dalam mengoksidasi etanol jadi asam asetat.

Penurunan kadar alkohol terjadi pada semua sampel cuka salak. Hal ini diduga karena *A. pasteurianus* IFO 3283 akan memetabolisme etanol pada medium sari salak beralkohol menjadi asam asetat. Menurut Wood (1998) tahap pertama etanol dioksidasi menjadi asetaldehid dengan bantuan enzim alkohol dehidrogenase serta NAD dan NADP sebagai koenzim. Asetaldehid, kemudian mengalami hidrasi sehingga terbentuk asetaldehid-hidrat. Pada tahap kedua, asetaldehid-hidrat dioksidasi menjadi asam asetat oleh enzim asetaldehid dehidrogenase. Pada fermentasi asam asetat hampir semua etanol dalam medium sekitar 95-98% dioksidasi menjadi asam asetat. Sisanya hilang bersama gas CO₂ yang keluar.

pH Cuka Salak

Rerata pH yang didapatkan dari cuka salak berbagai varietas salak berkisar antara 2.71-2.94. Rerata pH cuka salak yang tertinggi adalah salak Suwaru sebesar 2.94, sedangkan rerata pH cuka salak yang terendah adalah salak Gula Pasir dan Pondoh masing-masing sebesar 2.71.

Hasil analisa ragam pH cuka salak menunjukkan bahwa perlakuan berbagai

varietas salak memberikan pengaruh nyata terhadap pH cuka salak ($\alpha = 0.05$). Rerata pH cuka salak dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata pH cuka salak

Varietas Salak	pH	Notasi	B N T 5%
Gula Pasir	2.71	b	
Pondoh	2.71	b	
Madu	2.81	ab	0.16
Madura	2.89	a	
Suwaru	2.94	a	

Tabel 4 menunjukkan pH cuka salak tertinggi adalah cuka salak Suwaru dan tidak berbeda nyata dengan cuka salak Madura dan Madu. pH cuka salak berbeda nyata diduga karena selama fermentasi asam asetat, *A. pasteurianus* IFO 3283 akan menghasilkan asam-asam organik sehingga semakin banyak pula ion H⁺ yang terlepas ke dalam medium. Kadar ion H⁺ pada setiap medium berbeda-beda bergantung pada kadar alkohol, pH dan total fenol sari salak beralkohol masing-masing varietas yang tentu mempengaruhi kerja *A. pasteurianus* IFO 3283 dalam menghasilkan asam-asam organik.

Penurunan pH terjadi pada semua sampel cuka salak. Hal ini diduga terkait oleh akumulasi asam asetat yang dihasilkan selama proses fermentasi asam asetat oleh *A. pasteurianus* IFO 3283, dimana semakin tinggi asam asetat yang dihasilkan maka pH yang didapatkan semakin rendah sehingga cuka salak semakin asam. Asam asetat yang terlarut akan berdisosiasi untuk melepaskan proton bebas yang menurunkan pH larutan (Naidu, 2000).

Total Fenol Cuka Salak

Rerata total fenol yang didapatkan dari cuka salak berbagai varietas salak berkisar antara 111.000-251.000 mg/L GAE. Rerata total fenol cuka salak yang tertinggi adalah salak Suwaru sebesar 233 mg/L GAE, sedangkan rerata total fenol cuka salak yang terendah adalah salak Madu sebesar 111 mg/L GAE.

Hasil analisa ragam total fenol cuka salak menunjukkan bahwa perlakuan berbagai varietas salak memberikan pengaruh nyata terhadap total fenol cuka salak ($\alpha = 0.05$). Rerata total fenol cuka salak dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan total fenol cuka salak tertinggi adalah cuka salak Su-

waru dan tidak berbeda nyata dengan cuka salak Madura dan Pondoh. Hal ini diduga karena total fenol sari salak beralkohol Suwaru sebagai bahan baku fermentasi asam asetat juga paling tinggi, yang tentu akan mempengaruhi total fenol cuka salak.

Total fenol cuka salak mengalami kenaikan jika dibandingkan sari salak beralkohol diduga karena pasteurisasi pada sari salak beralkohol akan melepaskan senyawa fenol yang masih terikat pada polisakarida seperti pektin maupun komponen selular lain. Menurut Kongkiattikajorn (2014) perlakuan panas mampu membebaskan senyawa fenol terikat dari komponen selular sehingga meningkatkan total fenol pada cuka bunga Rosella.

Tabel 5. Rerata Total Fenol Cuka Salak

Varietas Salak	Total Fenol (mg/L GAE)	Notasi	BNT 5%
Gula Pasir	142.50	bc	
Pondoh	195.17	ab	
Madu	111.00	c	75.02
Madura	213.17	a	
Suwaru	233.00	a	

Aktivitas Antoksidan Cuka Salak

Rerata aktivitas antioksidan yang didapatkan dari cuka salak berbagai varietas salak berkisar antara 23.53-68.11%. Rerata aktivitas antioksidan cuka salak yang tertinggi adalah salak Suwaru sebesar 68.11%, sedangkan rerata aktivitas antoksidan cuka salak yang terendah adalah salak Madu sebesar 23.53%.

Hasil analisa ragam aktivitas antioksidan cuka salak menunjukkan perlakuan berbagai varietas salak memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan cuka salak ($\alpha = 0.05$).

Tabel 6 menunjukkan aktivitas antioksidan cuka salak tertinggi adalah cuka salak Suwaru dan tidak berbeda nyata dengan cuka salak Madura. Hal ini diduga karena total fenol sebagai komponen antioksidan cuka salak dan aktivitas antioksidan sari salak beralkohol berbeda nyata dimana total fenol dan aktivitas antioksidan sari salak beralkohol Suwaru, sebagai substrat fermentasi asam asetat paling tinggi dibandingkan yang lain maka aktivitas antioksidan cuka salak Suwaru juga paling tinggi.

Kenaikan aktivitas antioksidan cuka salak diduga akibat terbentuknya asam-asam organik oleh A. pasteurianus IFO 3283.

Tabel 6. Rerata Aktivitas Antioksidan Cuka Salak

Varietas Salak	Aktivitas Antioksidan (%)	Notasi	BNT 5%
Gula Pasir	34.64	b	
Pondoh	36.70	b	
Madu	23.53	c	
Madura	59.52	a	12.05
Suwaru	68.11	a	

Menurut Madhavi (1996) asam-asam organik yang terbentuk akan bertindak sebagai donor hidrogen dengan memberikan ion H⁺ pada radikal bebas sehingga meregenerasi antioksidan primer. Menurut Boyer senyawa fenol berfungsi sebagai antioksidan alami, sehingga semakin tinggi senyawa fenol maka aktivitas antioksidan juga semakin meningkat.

SIMPULAN

Hasil perlakuan terbaik dengan aktivitas antioksidan tertinggi adalah cuka salak yang menggunakan bahan baku varietas salak Suwaru. Hasil perlakuan terbaik memiliki karakteristik kimia antara lain total asam 1.05%, pH 2.9, total gula 0.13%, TPT 3.27 °Brix, total fenol 233%, aktivitas antioksidan 68.11%, dan kadar alkohol 0%.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. Official Method of Analysis of AOAC International. Sixteenth edition. 6th revision. Edited by P. Cunniff AOAC International. Maryland. USA.
- Bhanja, T, Rout, S, Banerjee, R, dan Bhattacharyya, BC. 2008. Studies on The Performance of a New Bioreactor for Improving Antioxidant Potential of Rice. *Lebensm Wiss Technology*. 41: 1459-1465.
- Boyer, J dan Liu, RH. 2004. Apple Phytochemicals and Their Health Benefit. Dilihat 15 Agustus 2015. <www.nutrition.com>
- Deniati, SH. 2006. Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Fenol Total Beberapa Ekstrak Bahan Alam Pangan. Tesis. UI. Jakarta
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2009. Produksi Tanaman Buah-Buahan Indonesia Tahun 2003-2008. Dilihat 29 September 2014. <www.hortikultura.

- deptan.go.id>
- Drysdale, GS dan Fleet, GH. 1988. Acetic Acid Bacteria in Winemaking: a Review. *American Journal of Enology and Viticulture*. 39: 143-154
- Elong, EN, Billard, C, Adenet, S, dan Rochefort, K. 2015. Polyphenols, Carotenoids, Vitamin C Content in Tropical Fruits and Vegetables Impact of Processing Methods. *Journal of Food Nutrition and Sciences*. 6:299-313
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. IPB
- Guillaume, C, Delobel, P, Sablayrolles, JM, dan Blondin, B. 2007. Molecular Basis of Fructose Utilization by the wine yeast *Saccharomyces cerevisiae*: a mutated HXT3 Allele Enhances Fructose Fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*. 73(8): 2432-2439
- Johnston, C.S and Gaas, C. A. 2006. Vinegar: Medicinal Uses and Antiglycemic Effect. *MedGenMed*. 8(2):61
- Kongkiattikajorn, J. 2014. Antioxidant Properties of Roselle Vinegar Production by Mixed Culture of *Acetobacter Aceti* and *Acetobacter Cerevisiae*. *Journal of Natural Science*. 48: 980-988
- Madhavi, DL, Singhal, RS, dan Kulkarni, PR. 1996. *Technological Aspects of Food Antioxidants*. In: *Food Antioxidants: Technological Toxicological, and Health Perspectives*. Marcel Dekker, New York
- Martins, S, Mussatto, SI, Martinez-Avila, G, Montanez-Saenz, J, Aguilar, CN, dan Teixeira, JA. 2011. Bioactive phenolics compounds: Production and Extraction by Solid-State Fermentation. Review. *Biotechnol. Adv.* 29:365-373.
- Mokhtar, SI, Leong, PC, Lee, EV, Aziz, NAA. 2014. Total Phenolic Contents, Antioxidant Activities and Organic Acids Composition of Three Selected Fruit Extracts at Different Maturity Stages. *Journal of Tropical Resources and Sustainable Science*. 2: 40-46
- Moore, J, Cheng, Z, Hao, J, Guo, G, Liu, JG, Lin, C, dan Yu, L. 2007. Effects of solid-state yeast treatment on the antioxidant properties and protein and fiber compositions of common hard wheat bran. *J. Agric. Food Chem.* 55:10173-10182
- Muafi, K. 2004. Produksi Asam Asetat Kasar dan Jerami Nangka. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang
- Naidu, AS. 2000. *Natural Food Antimicrobials*. CRC Press, USA
- Nazaruddin dan Kristiawati, R. 1996. *18 Varietas Salak*. Penebar Swadaya, Jakarta
- Nurika, I dan Hidayat, N. 2001. Pembuatan Asam Asetat dari Air Kelapa Secara Fermentasi Kontinyu Menggunakan Kolom Bio-oksidasi. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2(1): 51-57
- Pinsirodom, P, Rungcharoen, J, dan Liumminful, A. 2008. Quality of Commercial Wine Vinegars Evaluated on the Basis of Total Polyphenol Content and Antioxidant Properties. *Asian Journal of Food and Agro-industry*. 3(4): 389-397
- Rai, BK. 2009. *Industrial Microbiology*. Universitas Tribhuvan, Nepal
- Rianto. 2004. Pembuatan Cuka Tomat (*Lycopersicon commune*) Kajian Faktor Pengenceran Sari Tomat dan Lama Fermentasi Asam Asetat Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang
- Soqi, DS, Siddiq, M, Roidoung, S, dan Dolan, KD. 2012. Total Phenolics, Carotenoids, Ascorbic acid, and Antioxidant Properties of Fresh-Cut Mango (*Mangifera indica* L.) as Affected by Infrared Heat Treatment. *Journal of Food Science*. 77(11):1197-1202
- Sudarmadji, S, Haryono, B, dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian Edisi Keempat*. Liberty, Yogyakarta
- Suharto. 1995. *Bioteknologi Dalam Dunia Industri*. Andi Offset, Yogyakarta
- Wood, BJB. 1998. *Microbiology of Fermented Foods Volume 1*. Blackie Academic & Professional, London
- Yang, JR, Paulino, P, dan Stedronsky, FJ. 2006. Free Radical Scavenging Activity and Total Phenols of Noni (*Morinda citrifolia* L.) Juice and Powder in processing and Storage. *Food Chemistry*. 102: 302-308
- Zeleny, M. 1982. *Multiple Criteria Decision Making*. McGraw-Hill, New York
- Zubaidah, E. 2010. Kajian Perbedaan Kondisi Fermentasi Alkohol dan Konsentrasi Inokulum Pada Pembuatan Cuka Salak (*Salacca zalacca*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 11(2): 94-100
- Zubaidah, E. 2015. Efek Cuka Apel dan Cuka Salak Terhadap Penurunan Glukosa Darah dan Histopatologi Pankreas Tikus Wistar Diabetes. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*. 28(4):297-301