

PENGARUH PENAMBAHAN RAGI ROTI DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK CUKA DARI NIRA LONTAR (*Borassus flabellifer* Linn)

*The Effect of Addition of Bread Yeast and Time of Fermentation on The Characteristics of
Vinegar from Palm Sap (*Borassus flabellifer* Linn)*

Antonius Solo, G. P. Ganda Putra dan I Putu Suparthana
Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Denpasar

Diterima 19 Januari 2019 / Disetujui 31 Januari 2019

ABSTRACT

*Indonesia's natural resources are rich in biodiversity which is a very prospective potential to be developed. One of them is palm tree. The main result of palm tree was sap. Palm sap can be processed into sugar or vinegar. This study aims to know the effect of addition of bread yeast and fermentation time on the characteristics of vinegar, determine the best treatment of adding bread yeast and fermentation time to produce vinegar from sap palm (*Borassus flabellifer* Linn), and to know the stability of vinegar products for storage temperature. The experimental design used was factorial Completely Randomized Design with 2 factors, namely the addition of bread yeast (0%, 1%, 2%, 3%, 4% and 5%) and fermentation time (0, 10, 15, 20, 25 and 30 days). The data obtained were analyzed by ANOVA and if the treatment had a significant effect it was followed by the Duncan test. The results showed that (1) the treatment of adding bread yeast had an effect on acetate levels, alcohol content, total soluble solids and pH; but does not affect total sugar; fermentation time affects the level of acetic acid, total sugar, alcohol content, total soluble solids and pH; while the interaction between treatments has an effect on total soluble solids and pH, but does not affect acetic acid levels, total sugar and alcohol content on vinegar from fermented of palm sap, (2) treatment of addition of 5% bread yeast with 30 days fermentation time was the best treatment for producing vinegar, with characteristics of acetic acid level of 2.72% v / v, total sugar 0.03%, alcohol content 0.68% and total soluble solids 2.60 °Brix; (3) the stability of vinegar products produced at various storage temperatures an affects the levels of acetic acid and total soluble solids.*

Keywords : *bread yeast, fermentation time, vinegar, palm sap, *Borassus flabellifer* L.*

ABSTRAK

Sumber daya alam Indonesia kaya akan keanekaragaman hayati merupakan potensi yang sangat prospektif untuk dikembangkan. Salah satunya ialah tanaman lontar. Hasil utama tanaman lontar adalah nira. Nira lontar dapat diolah menjadi gula maupun cuka. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ragi roti dan waktu fermentasi terhadap karakteristik cuka, menentukan perlakuan penambahan ragi roti dan waktu fermentasi terbaik untuk menghasilkan cuka dari nira lontar (*Borassus flabellifer* Linn), serta mengetahui stabilitas produk cuka terhadap suhu selama penyimpanan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor yaitu penambahan ragi roti (0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%; waktu fermentasi (0, 10, 15, 20, 25 dan 30 hari). Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA dan apabila perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) perlakuan penambahan ragi roti sangat berpengaruh terhadap kadar asetat, kadar alkohol, total padatan terlarut dan pH; tetapi tidak berpengaruh terhadap total gula; waktu fermentasi sangat berpengaruh terhadap kadar asam asetat, total gula, kadar alkohol, total padatan terlarut dan pH; sedangkan interaksi antar perlakuan sangat

berpengaruh terhadap total padatan terlarut dan pH, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar asam asetat, total gula dan kadar alkohol pada cuka hasil fermentasi dari nira lontar, (2) perlakuan penambahan ragi roti 5% dengan waktu fermentasi 30 hari merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan cuka, dengan karakteristik kadar asam asetat 2,72 % v/v, total gula 0,03 %, kadar alkohol 0,68 % dan total padatan terlarut 2,60°Brix; (3) stabilitas produk cuka yang dihasilkan pada berbagai suhu penyimpanan sangat berpengaruh terhadap kadar asam asetat dan total padatan terlarut.

Kata kunci : ragi roti, waktu fermentasi, cuka, nira lontar, *Borassus flabellifer* L.

PENDAHULUAN

Sumber daya alam Indonesia yang kaya akan keanekaragaman hayati merupakan potensi yang sangat prospektif untuk dikembangkan. Salah satunya ialah tanaman lontar. Hasil utama dari lontar adalah nira, yang diperoleh dengan cara menyadap tangkai bunga. Sampai saat ini nira lontar hanya digunakan sebagai minuman dengan harga yang sangat murah, atau dapat diolah lebih lanjut menjadi gula lontar maupun cuka (Rahmansyah, 1999)

Lontar (*Borassus flabellifer* L.) adalah jenis palma yang serba guna. Hampir semua bagian tumbuhan ini bermanfaat bagi umat manusia, antara lain sebagai bahan pangan, bangunan, perabot rumah tangga dan barang kesenian dan budaya. Berbagai manfaat yang dapat diperoleh dari berbagai bagian pohon atau tanaman lontar, antara lain bagian akar, batang, daun, bunga yang menghasilkan nira, dan buah membuat tanaman ini mendapat julukan sebagai tanaman serba guna. Produk utama dari tanaman lontar adalah nira segar, gula cair, gula lempeng, laru dan gula semut (Mahmud dan Amrizal, 1991).

Hingga saat ini dapat dikatakan bahwa tanaman lontar masih merupakan salah satu jenis flora Indonesia yang belum dimanfaatkan secara optimal, padahal populasi tanaman ini tersebar pada berbagai provinsi di Indonesia (Lutony, 1993). Perkiraan populasi pohon lontar di Indonesia, yaitu di Nusa Tenggara Timur 4.407.000 pohon, Jawa Timur 5.000.000 pohon dan Sulawesi Selatan (hanya kabupaten Jeneponto) 300.000 pohon (Mahmud dkk, 1991). Di Nusa Tenggara Timur pohon lontar banyak dijumpai di pulau Sabu, Rote, Timor,

Flores, pesisir timur dan pesisir selatan Pulau Sumba dan di Jawa Timur populasi lontar paling banyak terdapat di sekitar Pulau Madura, dan tumbuh pula di sekitar pantai utara Pulau Jawa (Lutony, 1993).

Berdasarkan populasi lontar yang ada di NTT, baru sekitar 25 % yang disadap untuk kebutuhan konsumsi lokal maupun sebagai bahan baku industri rumah tangga (Joseph dkk., 1990). Dalam penyadapan lontar, jumlah mayang yang disadap beragam, mulai dari 1 – 5 mayang per pohon per hari dengan total produksi nira 1,95 – 4,54 liter/pohon/hari. Produksi nira tertinggi diperoleh pada penyadapan 3 mayang untuk setiap pohon selama sehari dengan total produksi 4,54 liter, sedangkan terendah pada penyadapan satu mayang dengan total produksi 1,95 liter (Joseph dkk., 1990).

Masa produksi nira tanaman lontar biasanya berlangsung selama 4 bulan per tahun (Lutony, 1991). Dengan memperhatikan data tersebut produksi nira dari tanaman lontar sangat besar, akan tetapi sumber daya hutan ini belum dimanfaatkan secara maksimal untuk menghasilkan devisa bagi negara dan meningkatkan penghasilan bagi masyarakat. Pemanfaatan tanaman lontar juga masih sangat terbatas, baik dilihat dari bagian-bagian tanaman yang dimanfaatkan, jenis produk yang dihasilkan maupun teknologi yang diterapkan (Lutony, 1993).

Tanaman lontar memiliki berbagai manfaat, nira yang dihasilkan dari tanaman ini dapat dijadikan bahan baku gula/pemanis maupun sebagai minuman segar, namun yang banyak diusahakan petani sehari-hari adalah niranya, diolah menjadi gula merah dan langsung

diminum sebagai minuman segar. Kalaupun ada yang menjadi asam cuka disebabkan oleh penyimpanan yang lama, contohnya tuak yang tidak diambil atau diminum dalam jangka waktu beberapa hari akan meningkat keasamannya.

Salah satu jenis produk fermentasi yang dapat dihasilkan dari nira adalah cuka. Pembuatan cuka di Indonesia, khususnya pada daerah penghasil nira, belum terlalu mendapat banyak perhatian. Hal itu pada umumnya disebabkan oleh masih kurangnya pengetahuan dalam memanfaatkan nira menjadi produk cuka. Beberapa produk cuka yang sudah dikenal oleh masyarakat saat ini hanya produk cuka yang terbuat dari air kelapa karena sudah diproduksi secara komersial.

Produk cuka adalah salah satu jenis produk makanan hasil fermentasi, karena produk cuka belum dikembangkan di wilayah Kabupaten Rote, sementara peluang untuk memproduksi secara komersial sangat besar karena bahan baku yang cukup banyak. Di samping itu, lontar yang ada di Kabupaten Rote dapat dijadikan sebagai bahan baku untuk mengembangkan pengolahan nira lontar menjadi produk cuka yang diyakini memiliki prospek yang baik untuk dijadikan sebagai salah satu komoditi ekspor.

Pada nira lontar mengandung *Acetobacter* sehingga mampu mengubah nira menjadi cuka dengan tingkat keasaman yang baik yakni 4 % (Junaedi, 2009). Pemanfaatan nira lontar menjadi cuka oleh masyarakat di Kabupaten Rote Ndao membutuhkan waktu yang relatif lama. Nira yang difermentasi tanpa penambahan ragi biasanya didiamkan selama 60 hari untuk mencapai tingkat keasaman yang tinggi. Oleh sebab itu, untuk menjawab kebutuhan masyarakat maka salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah dengan penambahan ragi roti pada fermentasi nira lontar.

Pelezar dan Chan (2013) menyatakan bahwa ragi roti mengandung *Saccharomyces cerevisiae* yang telah mengalami seleksi,

mutasi atau hibridasi untuk meningkatkan kemampuannya dalam memfermentasi gula dengan baik dalam adonan dan mampu tumbuh dengan cepat. Menurut Salsabila dkk., (2013), *Saccharomyces cerevisiae* dalam bentuk ragi dapat langsung digunakan sebagai inokulum pada produksi asam cuka sehingga tidak diperlukan penyiapan inokulum secara khusus.

Salah satu metode pembuatan asam cuka adalah dengan menggunakan ragi roti. Ragi merupakan khamir yang sering digunakan dalam pembuatan roti. Pertumbuhan khamir ini dipengaruhi oleh pH, suhu, sumber energi, dan air bebas. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan mikroba yang bersifat fakultatif, ini berarti mikroba tersebut memiliki 2 mekanisme dalam mendapatkan energinya. Jika ada udara, energi diperoleh dari respirasi aerob dan jika tidak ada udara energi di peroleh dari respirasi anaerob. Energi yang diperoleh dari respirasi aerob digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan sel sehingga praktis tidak ada kenaikan jumlah alkohol.

Stabilitas didefinisikan sebagai ketahanan suatu produk sesuai dengan batas-batas tertentu selama penyimpanan dan penggunaannya. Umur simpan suatu produk di mana produk tersebut masih mempunyai sifat dan karakteristik yang sama seperti pada waktu pembuatan. Stabilitas merupakan salah satu kriteria yang amat penting untuk suatu hasil produksi yang baik. Ketidakstabilan produk dapat mengakibatkan terjadinya penurunan sampai dengan hilangnya khasiat, cuka dapat berubah penampilannya (warna, bau dan rasa) yang mengakibatkan kerugian bagi konsumen. Ketidakstabilan suatu produk dapat dideteksi melalui perubahan sifat fisika, kimia serta penampilannya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan ragi roti dan waktu fermentasi terhadap karakteristik cuka, menentukan perlakuan penambahan ragi roti dan waktu fermentasi terbaik untuk menghasilkan cuka dari nira lontar (*Borassus flabellifer* Linn), serta mengetahui stabilitas

produk cuka terhadap suhu selama penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu penelitian

Penelitian ini meliputi penelitian laboratorium. Sampel diambil dari kebun lontar di Desa Rabusari, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem. Penelitian dilakukan di Laboratorium Analisis Pangan dan Rekayasa Proses dan Pengendalian Mutu FTP-Universitas Udayana. Penelitian dilakukan pada bulan Juni - Agustus 2017.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama pada penelitian ini adalah nira lontar (*Borassus flebelifer* L.) yang diperoleh di Desa Rabusari, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem. Bahan lain adalah aquades, ragi roti (Fermipan) dan NaOH.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini: mikro, gelas ukur, kertas saring, alumonium foil, toples, lemari pendingin alat titrasi dan piknometer

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor, yaitu penambahan ragi roti (R) sebagai faktor I dengan 6 taraf perlakuan yaitu :

R0 = 0% ragi (control)

R1 = 1% ragi

R2 = 2% ragi

R3 = 3% ragi

R4 = 4% ragi

R5 = 5% ragi

Faktor II adalah waktu fermentasi (W) dengan 6 taraf, yaitu :

W0 = 0 hari

W1 = 10 hari

W2 = 15 hari

W3 = 20 hari

W4 = 25 hari

W5 = 30 hari

Pelaksanaan Penelitian

(1) Pembuatan Cuka

Cairan nira yang disadap dari pohon lontar, kemudian dimasukkan ke dalam botol. Selanjutnya ditambahkan ragi roti (Fermipan) dengan konsentrasi sesuai perlakuan (0%, 1%; 2%; 3%; 4% dan 5%), kemudian difermentasi selama 10 hari dalam kondisi anaerob. Nira yang sudah difermentasi tersebut, difermentasi lagi selama 20 hari pada suhu ruang yaitu antara 25-28⁰C dalam kondisi aerob dengan mengalirkan udara kedalam wadah fermentasi menggunakan aerator. Proses fermentasi dihentikan pada hari ke-30. Cuka yang dihasilkan tersebut disampling dan dianalisis karakteristiknya meliputi: kadar asam asetat, total gula, kadar alkohol, TPT dan pH pada hari ke 10, 15, 20, 25 dan 30 serta ditentukan perlakuan terbaik dengan uji indeks efektivitas.

(2) Uji Stabilitas Selama Penyimpanan

Setelah mendapatkan cuka dari nira lontar dengan perlakuan terbaik dilanjutkan dengan uji stabilitas. Uji stabilitas dilakukan dengan menyimpan cuka pada suhu 20⁰C, 30⁰C dan 40⁰C selama 6 minggu (42 hari). Pengamatan dilakukan secara periodic setiap minggu (7 hari), dengan variabel yang diamati yaitu : kadar asam asetat dan total padatan terlarut.

Variabel yang diamati

Variabel yang diamati yaitu: kadar asam asetat (SNI 01-3711-1995), total gula (Sudarmadji, 1984), kadar alkohol (SNI 01-4371-1996), TPT dan pH.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) dan jika terdapat pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati maka dilanjutkan dengan uji Duncan. Uji indek efektivitas (De Garmo dkk., 1984) digunakan untuk menentukan perlakuan penambahan ragi dan waktu fermentasi terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Asam Asetat

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan ragi roti dan waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$), sedangkan interaksi

antar perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar asam asetat pada pembuatan asam cuka dari nira lontar (*Borassus flabellifer* L.). Nilai rata-rata kadar asam asetat asam cuka dari fermentasi nira lontar dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Nilai rata-rata kadar asam asetat (%) cuka dari nira lontar dengan perlakuan penambahan ragi roti dan waktu fermentasi.

Penambahan ragi roti (%)	Waktu Fermentasi (hari)						Rata-Rata
	0	10	15	20	25	30	
0	0.25	1.22	1.45	1.95	2.50	2.55	1.65 c
1	0.28	1.24	1.47	1.98	2.43	2.59	1.67 c
2	0.29	1.26	1.48	1.98	2.46	2.62	1.68 c
3	0.40	1.27	1.50	2.03	2.47	2.66	1.72 b
4	0.34	1.29	1.53	2.06	2.50	2.69	1.74 b
5	0.36	1.32	1.56	2.11	2.52	2.72	1.77 a
Rata-Rata	0.32 f	1.27 e	1.50 d	2.02 c	2.48 b	2.64 a	

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji Duncan 5%.

Hasil pengujian dari Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar asam asetat cuka dari nira lontar dengan penambahan ragi roti pada perlakuan waktu fermentasi terjadi peningkatan selama fermentasi sampai hari ke-30. Tabel di atas menunjukkan bahwa waktu fermentasi berpengaruh terhadap peningkatan kadar asam asetat pada cuka nira lontar. Ini berkaitan dengan semakin lama fermentasi, semakin banyak alkohol yang dioksidasi oleh mikroba pada nira lontar menjadi asam asetat.

Hal ini didukung dengan hasil penelitian Hardoyo *et al.* (2007) menunjukkan fermentasi asam asetat dengan menggunakan bakteri *Acetobacter aceti* B166 pada kondisi fermentasi suhu 30°C dengan lama fermentasi 3-12 hari menghasilkan kadar asam asetat tertinggi pada hari ke-11 atau meningkat

dengan makin lama waktu fermentasi. Namun, menurut Mandel (2004) bakteri *Acetobacter sp.* bersifat *overoksidizer* yaitu kemampuannya yang dapat mengubah asam asetat dalam medium fermentasi menjadi CO₂ dan H₂O, sehingga dapat menyebabkan asam asetat yang terbentuk menjadi berkurang.

Total Gula

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$), sedangkan perlakuan penambahan ragi roti dan interaksi antar perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap total gula cuka dari nira lontar (*Borassus flabellifer* L.). Nilai rata-rata total gula cuka dari fermentasi nira lontar dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Nilai rata-rata total gula (%) cuka dari nira lontar dengan perlakuan penambahan ragi roti dan waktu fermentasi.

Penambahan ragi roti (%)	Waktu Fermentasi (hari)						Rata-Rata
	0	10	15	20	25	30	
0	8.49	3.52	2.92	1.33	0.30	0.10	2.78 a
1	8.42	3.45	2.30	1.28	0.25	0.09	2.63 a
2	8.40	3.36	2.29	1.22	0.30	0.08	2.60 a
3	8.36	3.27	2.19	1.19	0.17	0.07	2.54 a
4	8.24	3.12	2.13	1.13	0.14	0.05	2.47 a
5	8.14	3.03	2.11	1.12	0.12	0.03	2.43 a
Rata-Rata	8.34 a	3.29 b	2.32 b	1.21 b	0.21 c	0.07 c	

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji Duncan 5%.

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa total gula tertinggi terdapat pada fermentasi hari ke-0 dengan rerata sebesar 8.34%, sedangkan nilai rata-rata kadar total gula terendah terdapat pada fermentasi hari ke-30. Nutrisi gula pada hari ke-0 belum dimanfaatkan oleh mikroorganisme sehingga mengakibatkan tingginya total gula. Sukrosa dapat tereduksi menjadi glukosa dan fruktosa yang disebut gula reduksi karena adanya gugus OH bebas yang reaktif. Hal ini sesuai dengan pendapat Desrosier (1988) bahwa sukrosa akan terhidrolisis menjadi gula invert yaitu fruktosa dan glukosa yang merupakan gula reduksi. Selanjutnya gula reduksi akan dikonversi menjadi alkohol dan asam asetat selama fermentasi. Kadar total gula terendah pada hari ke-30 dengan rerata 0,07 %. Penurunan kadar total gula selama fermentasi disebabkan karena penguraian gula menjadi unsur-unsur yang

lebih sederhana oleh aktifitas mikroba.

Perbedaan kadar gula selain disebabkan oleh lama fermentasi juga dapat disebabkan oleh substrat gula yang tersedia digunakan sebagai sumber karbon oleh aktivitas mikroorganisme. Menurut Rahman (1992), pada fermentasi asam asetat, sumber karbon (biasanya glukosa) dioksidasi menjadi CO₂ dan H₂O.

Kadar Alkohol

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan ragi roti dan waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$), sedangkan interaksi antar perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar alkohol cuka dari nira lontar (*Borassus flabellifer* L.). Nilai rata-rata kadar alkohol cuka dari fermentasi nira lontar dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Nilai rata-rata kadar alkohol (5) cuka dari nira lontar dengan perlakuan penambahan ragi roti dan waktu fermentasi

Penambahan ragi roti (%)	Waktu Fermentasi (hari)						Rata-Rata
	0	10	15	20	25	30	
0	0.60	2.07	1.59	0.99	0.80	0.59	1.10 bc
1	0.62	2.19	1.61	1.02	0.73	0.62	1.13 c
2	0.64	2.20	1.63	1.05	0.75	0.63	1.15 bc
3	0.66	2.23	1.66	1.07	0.77	0.64	1.17 bc
4	0.68	2.25	1.68	1.10	0.80	0.66	1.19 ab
5	0.80	2.28	1.72	1.14	0.84	0.68	1.24 a
Rata-Rata	0.66 e	2.20 a	1.64 bc	1.06 c	0.78 d	0.64 e	

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji Duncan 5%.

Berdasarkan Tabel 3 di atas, nilai rata-rata kadar alkohol pada waktu fermentasi hari ke - 10 mencapai titik optimum. Ini diakibatkan karena pada proses fermentasi anaerob gula dipecahkan oleh ragi roti sehingga terbentuk alkohol dan CO₂. Peningkatan kadar alkohol disebabkan karena, selama proses fermentasi, khamir ragi roti mengubah gula menjadi alkohol secara anaerob, kemudian alkohol menstimulasi pertumbuhan *Acetobacter xylinum* untuk memproduksi asam asetat. Selanjutnya alkohol digunakan oleh bakteri *Acetobacter* untuk pembentukan asam asetat,

sehingga menyebabkan kadar alkohol mengalami penurunan.

Total Padatan Terlarut (TPT)

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan ragi roti, waktu fermentasi dan interaksi antar perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap total padatan terlarut cuka dari nira lontar (*Borassus flabellifer* L.). Nilai rata-rata total padatan terlarut cuka dari fermentasi nira lontar dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata total padatan terlarut (oBrix) cuka dari nira lontar dengan perlakuan penambahan ragi roti dan waktu fermentasi

Penambahan ragi roti (%)	Waktu Fermentasi (hari)					
	0	10	15	20	25	30
0	6.05 e	4.60 e	4.01 f	3.31 f	3.01 e	2.60 a
1	6.05 e	5.05 d	4.65 e	3.50 e	3.12 d	2.30 e
2	6.12 d	5.05 d	4.70 d	3.60 d	2.70 c	2.35 d
3	6.30 c	5.30 c	4.80 c	3.80 c	2.70 c	2.40 c
4	6.40 b	5.40 b	4.90 b	3.90 b	2.80 b	2.50 b
5	6.60 a	5.70 a	4.95 a	3.95 a	2.95 a	2.60 a

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji Duncan 5%.

Berdasarkan Tabel 4 diatas, nilai total padatan terlarut pada perlakuan waktu fermentasi makin lama mengalami penurunan secara signifikan. Total padatan terlarut pada fermentasi nira lontar menjadi cuka dipengaruhi oleh lama fermentasi. Semakin lama proses fermentasi berlangsung total padatan terlarut pada cuka cenderung menurun, disebabkan oleh berkurangnya gula yang terlarut dalam cairan.

Berkurangnya gula disebabkan oleh bakteri yang menggunakan gula sebagai sumber karbon, untuk melakukan metabolisme dan dioksidasi menjadi polisakarida. Hal ini ditunjukkan dengan terbentuknya lapisan bertekstur kenyal di atas cairan. Terbentuknya lapisan tersebut kemungkinan disebabkan oleh aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum* selama

proses fermentasi. Bakteri *Acetobacter xylinum* mampu mengoksidasi glukosa menjadi asam glukonat dan asam organik lain pada waktu yang sama. Selain itu dapat mensintesis glukosa menjadi polisakarida atau selulosa berupa serat-serat putih, kemudian disebut sebagai nata yang termasuk metabolit sekunder.

pH

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan ragi roti, waktu fermentasi dan interaksi antar perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap pH cuka dari nira lontar (*Borassus flabellifer* L.). Nilai rata-rata pH cuka dari fermentasi nira lontar dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Nilai rata-rata pH cuka dari nira lontar dengan perlakuan penambahan ragi roti dan waktu fermentasi

Penambahan ragi roti (%)	Waktu Fermentasi (hari)					
	0	10	15	20	25	30
0	6.77 a	5.55 a	5.11 a	4.53 a	3.76 a	2.47 a
1	6.74 b	5.52 b	5.08 b	4.50 b	3.72 b	2.45 b
2	6.68 c	5.49 c	5.04 c	4.47 c	3.67 c	2.41 c
3	6.66 d	5.45 d	5.01 d	4.44 d	3.64 d	2.37 d
4	6.61 e	5.41 e	4.96 e	4.41 e	3.61 e	2.32 e
5	6.57 f	5.38 f	4.91 f	4.37 f	3.57 f	2.28 f

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji Duncan 5%.

Derajat keasaman (pH)) merupakan salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan pada saat proses fermentasi. pH mempengaruhi pertumbuhan ragi roti. Oleh karena itu, pada awal pelaksanaan penelitian, substrat yang akan dipakai terlebih dahulu diuji pH nya. Hasil penelitian diperoleh pH berkisar antara 2,28 – 6,77. Hal ini sesuai dengan pendapat Roukas (1994), bahwa kisaran pH produk hasil fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* adalah pada pH 3,5 - 6,5.

Nilai pH dipengaruhi oleh produk yang dihasilkan selama proses fermentasi. Ragi roti bersifat homofermentatif heterofermentatif, sehingga produk fermentasi yang dihasilkan dapat berupa alkohol dan asam asetat. Alkohol bersifat asam sehingga ketika lama fermentasi ditambahkan maka akan semakin banyak alkohol yang terbentuk. Kondisi ini menyebabkan pH substrat semakin rendah yang juga diakibatkan oleh asam asetat yang terbentuk. Menurut Irfandi (2005), pH awal substrat perlu diketahui agar fermentasi dapat berlangsung secara optimal. Elevri dan Putra (2006,) menambahkan bahwa *Saccharomyce cerevisiae* dapat melakukan fermentasi secara optimal pada pH 4,5.

Proses fermentasi nira lontar tidak hanya menghasilkan alkohol tetapi juga hasil fermentasi lanjut berupa gas CO₂. Peningkatan produksi gas ternyata juga diikuti dengan penurunan nilai pH. Hal ini sesuai dengan

pendapat Kartohardjono *et al* (2007), bahwa gas CO₂ sering disebut gas asam karena gas CO₂ memiliki sifat asam. Oleh karena itu gas CO₂ juga berkontribusi terhadap nilai pH.

Hasil Uji Efektivitas

Uji efektivitas merupakan salah satu metode untuk menentukan perlakuan terbaik. Pada uji ini terlebih dahulu ditetapkan bobot variabel dari hasil kuisioner untuk variabel kadar asam asetat, total gula, kadar alkohol dan total padatan terlarut berturut-turut: 1,00; 0,44; 0,44 dan 0,48. Penentuan bobot variabel tersebut didasarkan atas kontribusi masing-masing variabel terhadap karakteristik cuka hasil fermentasi. Asam asetat mendapat bobot variabel tertinggi karena produk yang dihasilkan adalah cuka fermentasi, sedangkan kadar alkohol, total gula dan total padatan terlarut bobotnya lebih kecil karena tidak dikehendaki terdapat pada cuka fermentasi.

Hasil uji efektivitas terhadap alternatif-alternatif perlakuan diperoleh bahwa nilai indeks efektivitas (Nh) tertinggi adalah 0,96 (Tabel 6). Berdasarkan indeks efektivitas tersebut maka alternatif perlakuan yang ditetapkan sebagai perlakuan terbaik untuk menghasilkan cuka fermentasi dari nira lontar adalah perlakuan R5H30 yaitu perlakuan penambahan ragi sebesar 5% dan waktu fermentasi selama 30 hari.

Tabel 6. Hasil pengujian indeks efektivitas untuk menentukan perlakuan terbaik pada pembuatan cuka hasil fermentasi nira lontar

Variabel	Kadar As. Asetat	Total Gula	Kadar Alkohol	TPT	Jumlah	
	BV	1	0,44	0,44	0,48	2.36
	BN	0,42	0,18	0,18	0,20	0,98
R0H0	Ne	0.00	0.00	0.99	0.13	
	Nh	0.00	0.00	0.18	0.03	0.21
R0H10	Ne	0.39	0.59	0.12	0.47	
	Nh	0.16	0.11	0.02	0.09	0.38
R0H15	Ne	0.49	0.66	0.41	0.60	
	Nh	0.21	0.12	0.07	0.12	0.52
R0H20	Ne	0.69	0.85	0.76	0.77	
	Nh	0.29	0.15	0.14	0.15	0.73
R0H25	Ne	0.91	0.97	0.88	0.83	
	Nh	0.38	0.17	0.16	0.17	0.88
R0H30	Ne	0,93	0,99	1,00	0,93	
	Nh	0,39	0,18	0,18	0,19	0,94
R1H0	Ne	0.01	0.01	0.98	0.13	
	Nh	0.00	0.00	0.18	0.03	0.21
R1H10	Ne	0.40	0.60	0.05	0.36	
	Nh	0.17	0.10	0.01	0.07	0.35
R1H15	Ne	0.49	0.73	0.40	0.45	
	Nh	0.21	0.13	0.07	0.09	0.50
R1H20	Ne	0.70	0.85	0.75	0.72	
	Nh	0.29	0.15	0.14	0.14	0.72
R1H25	Ne	0.88	0.97	0.92	0.81	
	Nh	0.37	0.17	0.17	0.16	0.87
R1H30	Ne	0.95	0.99	0.98	1.00	
	Nh	0.39	0.18	0.18	0.20	0.95
R2H0	Ne	0.02	0.01	0.97	0.11	
	Nh	0.01	0.00	0.17	0.02	0.20
R2H10	Ne	0.41	0.61	0.05	0.36	
	Nh	0.17	0.11	0.01	0.07	0.36
R2H15	Ne	0.50	0.73	0.38	0.44	
	Nh	0.21	0.13	0.07	0.09	0.50
R2H20	Ne	0.70	0.86	0.73	0.70	
	Nh	0.29	0.15	0.13	0.14	0.71

R2H25	Ne	0.89	0.97	0.91	0.91	
	Nh	0.37	0.17	0.16	0.18	0.88
R2H30	Ne	0.96	0.99	0.98	0.99	
	Nh	0.39	0.18	0.18	0.20	0.95
R3H0	Ne	0.06	0.02	0.96	0.07	
	Nh	0.03	0.00	0.17	0.01	0.21
R3H10	Ne	0.41	0.62	0.03	0.30	
	Nh	0.17	0.11	0.01	0.06	0.35
R3H15	Ne	0.51	0.74	0.37	0.42	
	Nh	0.21	0.13	0.07	0.08	0.49
R3H20	Ne	0.72	0.86	0.72	0.65	
	Nh	0.29	0.15	0.13	0.13	0.70
R3H25	Ne	0.90	0.98	0.89	0.91	
	Nh	0.38	0.18	0.16	0.18	0.90
R3H30	Ne	0.98	1.00	0.97	0.98	
	Nh	0.39	0.18	0.17	0.20	0.94
R4H0	Ne	0.04	0.03	0.95	0.05	
	Nh	0.02	0.01	0.17	0.01	0.21
R4H10	Ne	0.42	0.63	0.02	0.28	
	Nh	0.18	0.11	0.00	0.06	0.35
R4H15	Ne	0.52	0.75	0.36	0.40	
	Nh	0.22	0.14	0.06	0.08	0.50
R4H20	Ne	0.73	0.87	0.70	0.63	
	Nh	0.31	0.16	0.13	0.13	0.73
R4H25	Ne	0.91	0.99	0.88	0.88	
	Nh	0.38	0.18	0.16	0.18	0.90
R4H30	Ne	0.99	1.00	0.96	0.95	
	Nh	0.41	0.18	0.17	0.19	0.95
R5H0	Ne	0.04	0.04	0.88	0.00	
	Nh	0.02	0.01	0.16	0.00	0.19
R5H10	Ne	0.43	0.65	0.00	0.21	
	Nh	0.18	0.12	0.00	0.04	0.34
R5H15	Ne	0.53	0.75	0.33	0.38	
	Nh	0.22	0.14	0.06	0.08	0.50
R5H20	Ne	0.75	0.87	0.67	0.62	
	Nh	0.32	0.16	0.12	0.12	0.72
R5H25	Ne	0.92	0.99	0.85	0.85	

	Nh	0.39	0.18	0.15	0.17	0.89
R5H30	Ne	1.00	1.00	0.95	0.93	
	Nh	0.42	0.18	0.17	0.19	0.96

Keterangan: BV: Bobot Variabel; BN: Bobot Normal; Ne: Nilai Efektivitas; Nh: Nilai Hasil (Ne x BN).

Uji Stabilitas Selama Penyimpanan Kadar asam asetat

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu selama penyimpanan berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap

kadar asam asetat cuka dari nira lontar. Nilai kadar asam asetat pada cuka nira lontar dengan suhu penyimpanan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7. Nilai kadar asam asetat (%) cuka nira lontar dengan suhu penyimpanan yang berbeda

Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)			Rata-rata
	20	30	40	
0	0.81	0.81	0.8	0.81
7	0.71	0.68	0.66	0.68
14	0.62	0.65	0.52	0.6
21	0.47	0.54	0.38	0.46
28	0.31	0.43	0.22	0.32
35	0.24	0.32	0.18	0.25
42	0.21	0.14	0.1	0.15

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin meningkatnya suhu maka kadar asam asetat pada cuka semakin menurun dan terus terjadi sampai pengamatan hari ke-42, penurunan kadar asam asetat pada cuka diduga disebabkan oleh rusaknya asam asetat selama proses penyimpanan. Sreeramulu *et al.*, (2000) menyatakan bahwa selama proses penyimpanan, khamir dan bakteri melakukan metabolisme sehingga konsentrasi asam asetat cuka akan semakin menurun pada waktu

penyimpanan semakin lama.

Total Padatan Terlarut

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu selama proses penyimpanan berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap total padatan terlarut pada cuka nira lontar. Nilai total padatan terlarut pada cuka nira lontar dengan suhu yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai total padatan terlarut (oBrix) pada cuka nira lontar dengan suhu penyimpanan yang berbeda

Waktu penyimpanan (hari)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)			Rata-rata
	20	30	40	
0	2.05	2.05	2.05	2.05
7	2.45	3.45	3.85	3.25
14	2.65	3.75	4.35	3.59
21	3.15	3.9	4.75	3.93
28	3.4	4.15	5.05	4.20

35	3.65	4.5	5.35	4.50
42	3.95	4.85	5.65	4.82

Tabel di atas menunjukkan bahwa setiap perlakuan suhu dapat menghambat penurunan total padatan terlarut pada nira lontar karena perlakuan suhu dengan pemanasan dapat menginaktivkan enzim yang terdapat pada nira lontar sehingga perombakan sukrosa pada nira lontar dapat dicegah. Hal ini sesuai menurut Paustian (2007), bahwa penggunaan suhu tinggi akan mengakibatkan mikroorganisme pada nira lontar mengalami lisis akibat perubahan-perubahan membran penyusun mikroorganisme menjadi lebih likuid.

Tabel diatas menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan dengan suhu yang tinggi akan menyebabkan meningkatnya total padatan terlarut pada nira lontar karena adanya mikroorganisme yang masih hidup di dalam air nira. Total padatan terlarut adalah jumlah zat padat semu yang larut (dalam gr) setiap 100 gram larutan yang menunjukkan jumlah gula, pati, garam-garam dan zat organik yang terkandung di dalam suatu bahan (Kuswuri, 2012). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada penyimpanan suhu 40°C, total padatan terlarut asam cuka semakin besar. Pada umumnya total padatan terlarut cuka mengalami peningkatan selama penyimpanan. Peningkatan total padatan terlarut selama penyimpanan mungkin terjadi karena transpirasi cuka yang menyebabkan kadar air asam cuka menurun (Adnan, 2006).

KESIMPULAN

1. Perlakuan penambahan ragi roti sangat berpengaruh terhadap kadar asetat, kadar alkohol, total padatan terlarut dan pH; tetapi tidak berpengaruh terhadap total gula. Waktu fermentasi sangat berpengaruh terhadap kadar asam asetat, total gula, kadar alkohol, total padatan terlarut dan pH; sedangkan interaksi antar perlakuan sangat berpengaruh terhadap total padatan terlarut

dan pH; tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar asam asetat, total gula dan kadar alkohol pada cuka hasil fermentasi dari nira lontar

2. Perlakuan penambahan ragi roti 5% dengan waktu fermentasi 30 hari merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan asam cuka dari nira lontar, dengan karakteristik kadar asam asetat 2,72 %, total gula 0,03 %, kadar alkohol 0,68 % dan total padatan terlarut 2,60°Brix
3. Stabilitas produk cuka yang dihasilkan pada berbagai suhu penyimpanan sangat berpengaruh terhadap kadar asam asetat dan total padatan terlarut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan. 2006. Penyimpanan Buah Duku Terolah Minimal dalam Kemasan Atmosfir Termodifikasi, Tesis, Sekolah Pasca Sarjana, IPB. Bogor.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N. L. Puspitasari, Sedarnawati, dan S. Budiyo. 1989. Analisis Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Capuccino, J. G., dan Sherman, N. 1987. Microbiollogy: A Laboratory Manual. Benjamin Cummings, San Fransisco. Halaman: 7-8, 23-24, 59-60, 139, 186.
- De Garmo. E. P., Sullivan W. G, Canada C. R. 1984. Enginering Economy, 7th Ed Mc Millan Pub., New York.
- Desrosier dan Norman W. 1988. Teknologi Pengawetan Pangan. UI- Press, Jakarta.
- Elevri, P. A. dan S. R. Putra. 2006. Produksi Etanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* Yang Diamobilisasi dengan Agar Batang. Akta Kamindo 1 (2):105-114.
- Filanty, F., Raharja, S. dan Suryadarman, P. 2007. Perubahan kualitas nira tebu (*Saccharum officinarum*) selama penyimpanan dengan penambahan akar.

- Hardoyo, A., E. Tjahjono, D. Primarini, Hartono dan Musa. 2007. Kondisi Optimum Fermentasi Asam Asetat Menggunakan *Acetobacter aceti* B166. Jurnal Sains MIPA. 13 (1) :19.
- Irfandi. 2005. Karakteristik Morfologi Lima Populasi Nanas (*Ananas comosus* L.) Merr. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Joseph, G. H., M. Rumokoi dan Z. Mahmud. 1990. Perbaikan Teknik Penyadapan Nira Lontar di Nusa Tenggara Timur. Buletin Balitka 103 – 111. Balai Penelitian Kelapa, Manado.
- Junaedi. 2009. Memanfaatkan Semua Jenis Pohon Kelapa. Dea Pustaka, Bandung.
- Kartohardjono, S., Anggara, Subihi, dan Yuliusman. 2007. Absorpsi CO₂ dari Campurannya dengan CH₄ Atau N₂ Melalui Kontaktor Membrane Serat Berongga Menggunakan Pelarut Air. Jurnal Teknologi. 11 (2): 97D102.
- Kuswuri, R. 2012. Pengertian Pol, Brix dan HK dalam Analisis Gula, <http://www.risvank.com/tag/brix/>, diakses tanggal 12 September 2013.
- Lutony, T. L. 1993. Tanaman Sumber Pemanis. Penebar Swadaya, Jakarta. Hal 113-120.
- Mahmud, Z., dan Amrizal. 1991. Palma sebagai Bahan Pangan, Pakan dan Konservasi. Buletin Balitka No. 14 Tahun 1991, 106 – 113. Balai Penelitian Kelapa, Manado.
- Mahmud, Z., D. Allorerung dan Amrizal. 1991. Prospek Tanaman Kelapa, Aren, Lontar dan Gwang, untuk Menghasilkan Gula. Buletin Balitka. Balai Penelitian Kelapa, Manado. Hal 90 – 105.
- Mandel, J. H. 2004. Efek Penambahan Gula dan Perbedaan Asal Inokulum Terhadap Tebal dan Berat Pelikel Nata pada Pembuatan Nata De Coco. Majalah Ilmiah BIMN Edisi 6.
- Paustian, T. 2007. Microbiology and Bacteriology. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Rahman, A., S. Fardiaz, W. P. Rahayu, Suliantari dan C. C. Nurwitri. 1992. Teknologi Fermentasi Susu. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rahmansyah M. 1999. Perspektif Lontar Nusa Tenggara Timur. Laporan Teknik Proyek Penelitian Pengembangan dan Pendayagunaan Potensi Wilayah. Bogor. Hal. 78-85.
- Roukas T. 1994. Continuous Ethanol Productions from Carob Pod Extract By Immobilized (*Saccharomyces cerevisiae*) In A Packed Bed Reactor. J Chem Technol Biotechnol. 59: 387-393.
- Sreeramulu et al., 2000. Kombucha Fermentation and Its Antimicrobial Activit. Journal of Agriculture Food Chemical. (48), 2589-2594.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1984. Analisis Bahan Pangan dan Hasil Pertanian. Liberty, Yogyakarta.