

Modifikasi Parameter Produksi untuk Meningkatkan Mutu Kimia Gula Kelapa Cetak di Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau

Modification of Production Parameters to Improve Coconut Sugar Quality in Indragiri Hilir District, Riau Province

Viona Zulfia*, Makhmudun Ainuri, Nafis Khuriyati

Department of Agroindustrial Technology, Faculty of Agricultural Technology, Universitas Gadjah Mada
Jl. Flora Bulaksumur, Sleman 55281, Indonesia

*viona1805@gmail.com

Received: 05th August, 2019; 1st Revision: 25th September, 2019; 2nd Revision: 07th October, 2019; Accepted: 07th October, 2019

Abstrak

Gula kelapa di Kabupaten Indragiri Hilir merupakan produk yang sangat potensial untuk dikembangkan, namun mutu produk gula kelapa yang dihasilkan belum memenuhi SNI-01-3743 tahun 1995. Hal ini diduga terdapat ketidaksesuaian parameter produksi yang dilakukan sehingga perlu perbaikan atau modifikasi parameter produksi. Salah satu indikator mutu produk gula kelapa ditentukan oleh karakteristik kimianya yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar sukrosa, dan gula reduksi. Rancangan percobaan menggunakan metode Taguchi dengan empat faktor, yakni komposisi bahan pengawet nira, bahan anti buih, lama waktu penyadapan, dan suhu akhir masak. Hasil terbaik/optimum didapatkan pada kombinasi faktor bahan pengawet nira berupa kulit manggis dan natrium metabisulfid, anti buih menggunakan santan, lama waktu penyadapan 8 jam sadap pagi + 16 jam, serta suhu akhir masak 135°C. Uji konfirmasi karakteristik mutu kimia (dalam interval kepercayaan) menunjukkan bahwa kadar air sebesar 6,87±0,57%, kadar abu sebesar 1,96±0,13%, kadar sukrosa sebesar 77,77±5,19%, gula reduksi sebesar 8,09±4,28%. Modifikasi parameter dapat meningkatkan mutu kimia kadar air sebesar 4,46%, kadar abu sebesar 43,84%, kadar sukrosa sebesar 11,30% dan kadar gula reduksi sebesar 45,78% lebih baik dari sebelumnya dan memenuhi SNI.

Kata kunci: gula kelapa, modifikasi, mutu kimia, parameter produksi

Abstract

Coconut sugar in Indragiri Hilir Regency is a potential product to be developed, but the quality of the sugar is not compliant with SNI- 01-3743 of 1995 which may be caused by improper parameter in its production. The parameter of coconut sugar production should be modified for improvement. One indicator of the quality of coconut sugar determined by its chemical characteristics which include water content, ash content, sucrose content, and reducing sugar. The experimental design uses the Taguchi method with four factors, i.e. the composition of sap preservatives, defoaming agent, duration of sap tapping, and final temperature of sap cooking. The best/optimum results were obtained on the combination of mangosteen peel and sodium metabisulfite as sap preservatives, coconut milk as defoaming agent, 8 hours of sap tapping duration in the morning + 16 hours, and final sap cooking temperature of 135°C. The results of confirmation test of chemical quality characteristics (in confidence intervals) were water content of 6.87±0.57%, ash content of 1.96±0.13%, sucrose content of 77.77±5.19%, reducing sugar of 8.09±4.28%. Modification of parameters can improve the chemical quality of water content of 4.46%, the ash content of 43.84%, sucrose content of 11.30% and reducing sugar content of 45.78% which is better than previous quality and compliant with SNI.

Keywords: chemical quality, coconut sugar, modification, production parameters

PENDAHULUAN

Prioritas pembangunan Kabupaten Indragiri Hilir menempatkan kelapa sebagai komoditas unggulan daerah. Berdasarkan hasil kajian Tindak Lanjut Pengembangan Hilirisasi Produk Kelapa Rakyat di Provinsi Riau dari Badan Penelitian dan

Pengembangan Daerah Provinsi Riau pada tahun 2016, produk olahan kelapa eksisting di Kabupaten Indragiri Hilir antara lain gula kelapa, *Virgin Coconut Oil* (VCO), kopra, minyak kelapa, lekar/kerajinan, arang aktif, sabun mandi, sirup, selai kelapa, dan tepung kelapa. Dari produk-produk olahan tersebut gula kelapa yang paling

banyak diusahakan oleh petani setempat (Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Riau, 2016).

Prospek agroindustri gula kelapa sangat baik untuk dikembangkan karena; 1) Peningkatan nilai ekspor gula kelapa dari 3.000 kg pada tahun 2013 meningkat menjadi 131.925 kg di tahun 2017 di Kabupaten Indragiri Hilir (Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Indragiri Hilir, 2017). 2) Gula kelapa produk multifungsi, tidak hanya sebagai produk akhir yang langsung dikonsumsi, tapi dapat juga digunakan secara luas sebagai bahan baku untuk produk lain (Komisi Pengawas Persaingan Usaha Republik Indonesia, 2010; Anandito & Suyitno, 2006). 3) Memiliki waktu simpan yang lama tanpa mengurangi mutunya sehingga dapat didistribusikan ke berbagai daerah. 3) Gula kelapa dapat diproduksi secara terus menerus oleh pengolah/pengrajin sehingga ketersediannya sepanjang tahun. 4) Produktivitas gula kelapa lebih tinggi dibandingkan produk lain, rata-rata produksi sekitar 9.000 kg/ha (Department of Agriculture Philippine, 2012).

Mutu produk gula kelapa yang dihasilkan di Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau masih belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3743 tahun 1995 tentang syarat mutu gula palma (Badan Standardisasi Nasional, 1995). Mutu kimia gula kelapa cetak yang dipersyaratkan oleh SNI 01-3743 tahun 1995 mencakup nilai kadar air maksimal 10%, kadar abu maksimal 2%, kadar sukrosa maksimal 77% dan kadar gula reduksi maksimal 10%. Karakteristik mutu kimia yang dihasilkan di Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau saat ini memiliki kandungan kadar air 7,63%, kadar abu 3,49%, kadar sukrosa 62,64%, kadar gula reduksi 14,92% sehingga kadar abu belum memenuhi SNI 01-3743 tahun 1995.

Berbagai kajian tentang mutu gula kelapa cukup banyak dilakukan. Naufalin, Yanto, & Sulistyaningrum (2013) melakukan penelitian perlakuan bahan pengawet nira kelapa menggunakan kulit manggis dengan konsentrasi 4,5%, dihasilkan gula kelapa dengan mutu yang sesuai SNI dengan kadar air 7,50%, kadar abu 2,0%, kadar gula reduksi 7,30% dan kadar gula total 83,94%. Haloho & Susanto (2015) juga melakukan perlakuan terhadap bahan baku dengan penambahan susu kapur 22% dan Sodium Tripolyphosphate 400 ppm pada nira menghasilkan gula kelapa dengan kadar air 4,42%, kadar abu 3,46%, gula reduksi (4,22%), total gula (79,62%).

Pada umumnya penelitian tersebut hanya mengkaji satu atau dua faktor produksi yang memengaruhi mutu gula kelapa yang dihasilkan. Pe-

nelitian ini melakukan perbaikan mutu gula kelapa dengan memodifikasi produksi yang melibatkan beberapa faktor untuk mendapatkan formulasi terbaik. Faktor yang digunakan antara lain; komposisi bahan pengawet nira, bahan anti buih, lama waktu sadap dan suhu akhir pemasakan.

Pemberian bahan pengawet pada nira perlu dilakukan untuk menjaga mutu nira agar tidak rusak. Bahan pengawet pada nira terdiri dari pengawet alami dan kimia. Pengawet alami berfungsi sebagai bahan anti mikroba yang dapat menghambat proses fermentasi nira (Suwardjono, 2001). Bahan pengawet alami yang sering digunakan oleh pengrajin adalah kulit manggis, sedangkan pengrajin gula di Kabupaten Indragiri Hilir menggunakan serbuk kayu resak sebagai bahan pengawet alami nira. Penambahan pengawet kimia (natrium metabisulfit dan kapur) bertujuan untuk mempertahankan pH nira. Faktor penambahan anti buih yang bertujuan untuk menurunkan buih yang terbentuk akibat proses pemasakan juga penting untuk dilakukan. Bahan anti buih yang sering ditambahkan antara lain parutan kelapa, minyak goreng dan santan. Faktor lain yang memengaruhi mutu kimia adalah lama waktu penyadapan yang erat kaitannya dengan pH nira yang dihasilkan dan suhu akhir pemasakan nira yang berhubungan dengan kandungan air pada gula yang dihasilkan.

Metode Taguchi dipilih pada penelitian ini karena merupakan metode perancangan yang bertujuan untuk meningkatkan mutu produk dengan desain percobaan yang efisien dengan mereduksi jumlah eksperimen tetapi dapat memberikan informasi respon terhadap semua faktor yang berpengaruh (Anggoro, 2012). Metode Taguchi dapat memperbaiki mutu produk dan proses dengan upaya mengoptimalkan rancangan produk dan proses tersebut sehingga performansi akhir akan mempunyai nilai keragaman yang minimum dan sesuai dengan target (Soejanto, 2009). Analisis data melalui metode Taguchi meliputi perhitungan nilai rata-rata, rasio S/N, analisis varians (ANOVA), perhitungan multi respon *loss function*, dan uji konfirmasi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Nira kelapa sebagai bahan utama yang digunakan pada penelitian diperoleh dari Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau. Bahan tambahan yang digunakan terdiri bahan pengawet nira yakni serbuk kayu resak, kulit manggis, natrium metabisulfit, larutan kapur dan bahan anti buih yakni parutan kelapa, minyak goreng, dan santan. Bahan-bahan untuk analisa menggunakan; akua-

des, timbal asetat, reagen nelson, HCl 30%, NaOH 45%.

Peralatan yang digunakan untuk penyadapan dan pemasakan nira; jerigen, kain saring, timbangan, gelas ukur plastik, wajan, kompor, sendok pengaduk, thermometer, cetakan gula. Peralatan untuk analisa; pH meter, hand refraktometer, oven (Sanyo MOV-112, Jepang), muffle furnace (Thermolyne 1400), tabung reaksi, pipet, erlenmeyer (pyrex), penangas air.

Prosedur

Bahan pengawet nira ditimbang sesuai dengan estimasi jumlah nira yang didapatkan kemudian dimasukkan ke dalam jerigen penampung nira dan dipasang pada kelapa yang disadap mayangnya. Bahan pengawet yang ditambahkan untuk satu liter nira adalah 0,1% (b/v) kulit manggis, 0,07% (b/v) serbuk kayu resak, 0,15% (b/v), natrium metabisulfit 2% (v/v) dan larutan kapur (disesuaikan dengan perlakuan). Lama waktu penyadapan terdiri dari; 8 jam penyadapan pagi diambil sore, 8 jam penyadapan pagi diambil sore kemudian dilakukan proses pemanasan dan di-

campur dengan 16 jam waktu sadap sore diambil pagi hari serta penyadapan 24 jam yakni penyadapan pagi dan diambil lagi pagi keesokan harinya. Nira yang sudah disadap disaring untuk menghilangkan kotoran yang terdapat pada nira dilanjutkan dengan proses pemasakan nira dengan suhu akhir masak berkisar antara 130 – 140 °C dengan waktu 90 – 100 menit. Ditambahkan bahan anti buih parutan kelapa 0,1% (b/v), minyak goreng 0,1% (v/v) dan santan 0,1% (v/v) (dipilih sesuai perlakuan) untuk menghilangkan buih pada saat proses pemasakan. Setelah nira mengental dilanjutkan dengan proses pendinginan sambil dilakukan pengadukan sampai nira kental kemudian dilakukan proses pencetakan

Desain Eksperimen

Berdasarkan penelitian sebelumnya, literatur dan observasi di lapangan maka dipilih 4 (empat) faktor dan level yang menjadi parameter produksi yang ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, matriks *orthogonal array* rancangan metode Taguchi yang sesuai adalah $L_9 (3^4)$ dengan rancangan eksperimen seperti pada Tabel 2.

Tabel 1. Faktor dan level perlakuan

No	Faktor	Level 1	Level 2	Level 3
1	Komposisi Bahan pengawet nira (A)	ARNa.1	AMNa.2	AMCa.3
2	Bahan Anti buih (B)	BK1	BM2	BS3
3	Lama waktu sadap(C)	CW1	CW2	CW3
4	Suhu akhir masak (D)	DT1	DT2	DT3

Keterangan:

ARNa.1 = Faktor bahan pengawet, serbuk kayu resak 0,07% (b/v) dan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0,15% (b/v)

AMNa.2= Faktor bahan pengawet, kulit manggis 0,1% (b/v) dan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0,15% (b/v)

AMCa.3= Faktor bahan pengawet, kulit manggis 0,1% (b/v) dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 2% (v/v)

BK1 = Faktor bahan anti buih, parutan kelapa 0,1% (b/v)

BM2= Faktor bahan anti buih, minyak goreng 0,1% (v/v)

BS3 = Faktor bahan anti buih, santan kelapa 0,1% (v/v)

CW1= Faktor lama waktu sadap, 8 jam

CW2= Faktor lama waktu sadap, 16 jam + 8 jam (pemanasan)

CW3= Faktor lama waktu sadap, 24 jam

DT1 = Faktor suhu akhir masak, 130 °C

DT2 = Faktor suhu akhir masak, 135 °C

DT3 = Faktor suhu akhir masak, 140 °C

Tabel 2. Rancangan eksperimen *orthogonal array*

Eksperimen	Faktor			
	A	B	C	D
1	ARNa.1	BK1	CW1	DT1
2	ARNa.1	BM2	CW2	DT2
3	ARNa.1	BS3	CW3	DT3
4	AMNa.2	BK1	CW2	DT3
5	AMNa.2	BM2	CW3	DT1
6	AMNa.2	BS3	CW1	DT2
7	AMCa.3	BK1	CW3	DT2
8	AMCa.3	BM2	CW1	DT3
9	AMCa.3	BS3	CW2	DT1

Pengujian Parameter Mutu Gula kelapa

Pengujian mutu gula kelapa pada penelitian ini hanya dilakukan untuk karakteristik mutu kimia yang meliputi kadar air menggunakan metode oven dan kadar abu menggunakan metode pengabuan kering berdasarkan SNI 01-2891 (Badan Standardisasi Nasional, 1992), kadar gula sukrosa dan kadar gula reduksi menggunakan metode Nelson-Somogyi (Sudarmadji *et al.*, 1997).

Pengolahan Data

Langkah-langkah perhitungan data menurut Soejanto (2009) melalui metode Taguchi diawali dengan perhitungan nilai rata-rata, rasio S/N, analisis varians (ANOVA), perhitungan *multi response loss function*. Karakteristik kimia gula kelapa ditentukan dan diidentifikasi berdasarkan jenis mutu dari rasio S/N yang sesuai. Karakteristik kadar air dengan tipe rasio S/N *Small The Better* (STB) yakni lebih kecil nilainya semakin baik, karakteristik kadar abu STB, karakteristik kadar sukrosa dengan tipe rasio S/N *Large the better* (LTB) yakni semakin besar nilainya lebih baik dan karakteristik kadar gula reduksi dengan tipe rasio S/N STB secara berurutan sesuai dengan persamaan (1) untuk STB dan (2) untuk persamaan LTB. ANOVA digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang berkontribusi yang memengaruhi hasil percobaan. Perhitungan multi fungsi respon untuk menentukan kombinasi perlakuan yang optimal didasarkan pada semua karakteristik mutu yang diuji.

$$\eta = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^r y_i^2 \right) \quad (1)$$

$$\eta = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^r \frac{1}{y_i^2} \right) \quad (2)$$

Keterangan:

η = nilai rasio S/N

n = jumlah pengulangan dalam setiap percobaan

y_i = nilai dalam setiap percobaan berulang ke- i .

Langkah selanjutnya adalah perhitungan multi-respons terhadap *noise*. Perhitungan untuk melakukan pembuatan rekomendasi tingkat faktor optimal pada produksi gula kelapa menggunakan perhitungan multi-respons berdasarkan pendekatan metode *loss function* Taguchi dengan menggunakan persamaan (3). Selanjutnya, hasilnya di-transformasikan menjadi rasio terhadap *noise* (SNR) dengan menggunakan persamaan (4) dan membuat tabel efek faktor sehingga kondisi tingkat faktor optimal terbaik diperoleh.

$$TL_j = \sum_{i=1}^r w_i x N_{ij} \quad (3)$$

$$\eta = -10 \log(TL_j) \quad (4)$$

Keterangan:

TL_j = fungsi *total loss*

W_i = jumlah variabel respon

H_j = nilai SNR.

Pada penelitian ini dilakukan eksperimen konfirmasi yang bertujuan untuk memvalidasi kesimpulan yang diperoleh selama tahap analisis (Madan & Wasewar, 2017) dan untuk menguji kombinasi faktor dan level. Hasil percobaan konfirmasi harus dalam interval kepercayaan optimal (5). Interval kepercayaan untuk percobaan konfirmasi dihitung berdasarkan persamaan (6).

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{F_{\alpha;v1;v2} x MS_e x \frac{1}{neff}} \quad (5)$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{F_{\alpha;v1;v2} x MS_e x \left(\frac{1}{neff} + \frac{1}{r} \right)} \quad (6)$$

Keterangan:

$F_{\alpha; v1; v2}$ = nilai rasio-F dari tabel

α = tingkat kepercayaan

$v1$ = derajat kebebasan untuk pembilang yang sesuai dengan rata-rata dan nilainya selalu sama dengan 1 untuk interval kepercayaan

$v2$ = derajat kebebasan untuk penyebut sesuai dengan derajat kebebasan dari variasi kesalahan yang dikumpulkan

MS_e = variasi kesalahan yang dikumpulkan

$neff$ = jumlah pengamatan yang efektif

r = jumlah replikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu gula kelapa dipengaruhi oleh mutu nira yang merupakan bahan baku utama dalam pembuatan gula kelapa. Indikator mutu nira dapat ditentukan dengan nilai pH dan nilai brix nira. Nilai pH dan brix nira dari sembilan eksperimen rancangan metode Taguchi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai pH dan Brix perlakuan rancangan metode Taguchi

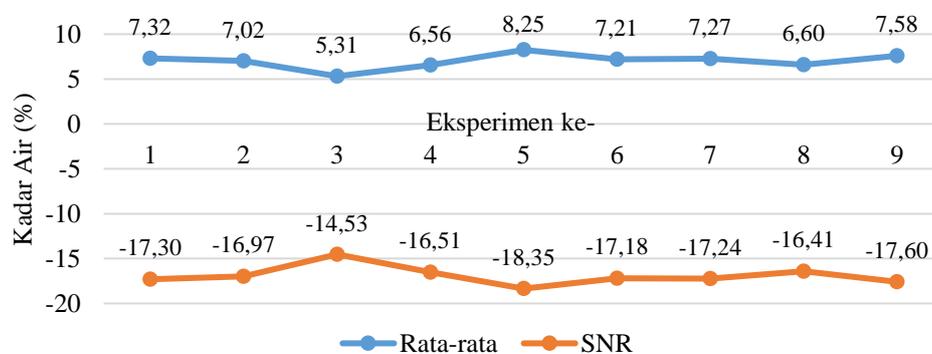
No	Ekperimen	pH	Brix
1	Eksperimen 1	6,66	15,90
2	Eksperimen 2	6,99	15,27
3	Eksperimen 3	6,29	15,08
4	Eksperimen 4	6,65	15,81
5	Eksperimen 5	6,08	14,69
6	Eksperimen 6	6,35	16,02
7	Eksperimen 7	6,70	14,62
8	Eksperimen 8	6,20	15,13
9	Eksperimen 9	6,77	15,03

Berdasarkan Tabel 3, nilai pH nira dari semua eksperimen berkisar antara 6,08 – 6,99. Nilai tersebut sudah memenuhi nilai optimal pH untuk produksi gula merah cetak. Hal ini sesuai dengan

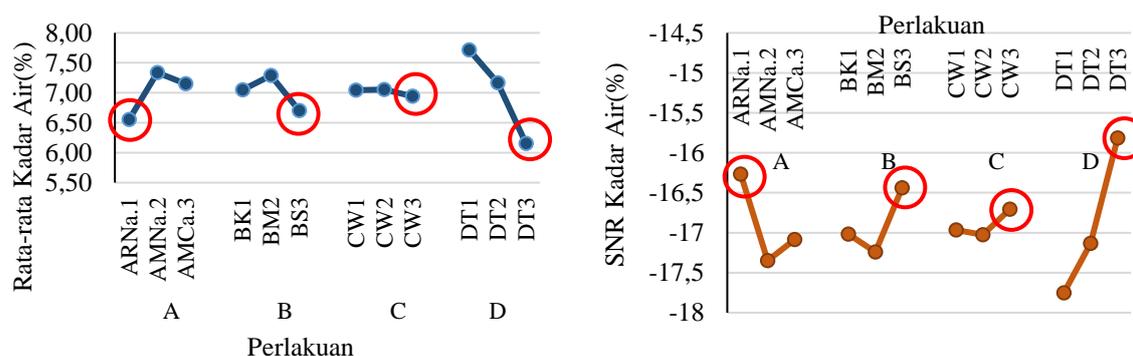
yang dikemukakan oleh Suwardjono (2001) bahwa nilai pH optimal nira untuk dijadikan gula cetak berkisar antara 6,0 – 6,5. Brix merupakan kandungan zat padat semu yang larut untuk setiap 100 gram larutan, yang merupakan jumlah padatan gula dan padatan lain bukan gula, sehingga perkiraan kadar gula di dalam nira dapat dianggap sebagai nilai brix (Dewi *et al.*, 2014). Menurut Muchtadi *et al.*, (2010) kandungan gula dalam nira kelapa berkisar antara 13-17%, berdasarkan hal tersebut nilai brix eksperimen sudah berada di kisaran nilai tersebut dengan rentang nilai 14,62-16,02.

Kadar Air

Mutu kadar air gula kelapa penting untuk diperhatikan karena berhubungan dengan tekstur dan daya simpan. Karakteristik kadar air dalam penelitian ini adalah STB. Analisis rata-rata dan SNR respon dilakukan untuk mengetahui faktor dan level mana yang paling berpengaruh terhadap keragaman kadar air. SNI gula merah cetak mensyaratkan kadar air produk <10%. Dipilih parameter produksi gula kelapa yang tepat untuk mendapatkan kadar air gula yang sesuai dengan persyaratan SNI sehingga dapat mengurangi kadar air hingga memenuhi standar yang diinginkan. Nilai rata-rata eksperimen dan SNR respon kadar air yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Rata-rata dan SNR Respon Kadar Air



Gambar 2. Grafik Respon Efek Faktor Rata-rata dan SNR untuk Kadar Air

Rata-rata nilai kadar air gula kelapa yang dihasilkan berkisar antara 5,31 – 8,25% dengan kadar air tertinggi terdapat pada eksperimen lima dan yang terendah terdapat pada eksperimen tiga. Eksperimen lima mencakup kombinasi perlakuan AMNa.2, BM2, CW3 dan DT1 sedangkan eksperimen tiga mencakup kombinasi perlakuan ARNa.1, BS3, CW3 dan DT3. Nilai SNR respon kadar air pada eksperimen ini berkisar -14,53 – (-8,35). Perlakuan suhu akhir pemasakan yang berbeda diduga berpengaruh terhadap respon kadar air gula kelapa karena kedua eksperimen tersebut lama waktu sadapnya sama. Walaupun dengan lama waktu sadap yang sama namun nilai pH nira yang dihasilkan berbeda. Eksperimen lima pH niranya lebih rendah dibandingkan dengan eksperimen 3. Nilai pH nira yang rendah menyebabkan gula reduksi semakin tinggi karena nira dalam kondisi asam (pH nira rendah) terjadi hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa yang merupakan golongan gula reduksi. Semakin tinggi kandungan gula pereduksi terutama kandungan fruktosa akan mengakibatkan semakin tingginya kadar air pada gula kelapa. Hal ini disebabkan karena sifat fruktosa yang higroskopis sehingga mudah untuk menyerap air atau uap air yang ada di lingkungan. Peningkatan kadar air ini juga berdampak pada penurunan tekstur dan kekerasan gula kelapa (Dewi *et al.*, 2014).

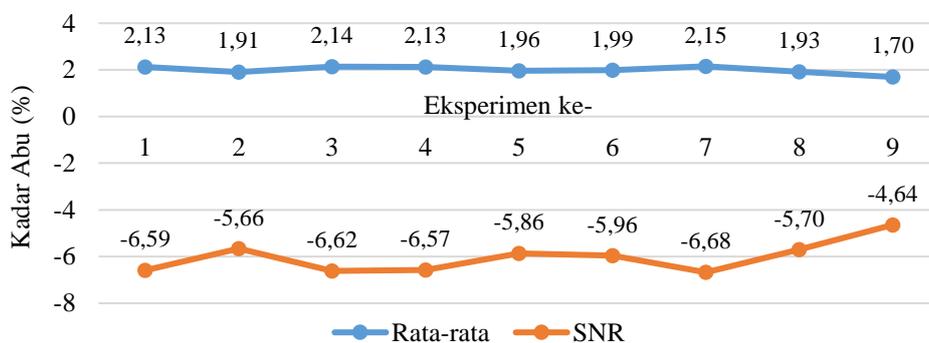
Perhitungan efek faktor dan SNR dilakukan untuk mengetahui pengaruh level dari faktor terhadap rata-rata setiap mutu yang diamati. Efek rata-rata tiap level dari setiap faktor diperoleh dengan menghitung nilai rata-rata mutu dari konsep produk yang di dalamnya terdapat kombinasi level tersebut. Efek rata-rata level dari tiap faktor kemudian dilakukan pengurangan dari level dengan nilai tertinggi dikurangi nilai terendah sehingga hasil selisihnya menjadi nilai efek rata-rata dari faktor level tersebut. Perhitungan efek faktor rata-rata dan SNR kadar air dapat dilihat pada Gambar 2.

Faktor parameter produksi yang paling berpengaruh berdasarkan Gambar 2 adalah faktor D, yaitu suhu akhir pemasakan. Eksperimen dengan DT3 akan menghasilkan nilai rata-rata kadar air yang rendah. Semakin tinggi suhu akhir pemasakan maka kadar air yang dihasilkan semakin rendah. Suhu yang tinggi sejalan dengan lamanya waktu pemanasan sehingga proses evaporasi akan berlangsung lama pula sehingga kandungan air pada bahan akan semakin sedikit. Menurut Maharani *et al.*, (2014), penurunan kadar air pada bahan disebabkan karena semakin tingginya suhu

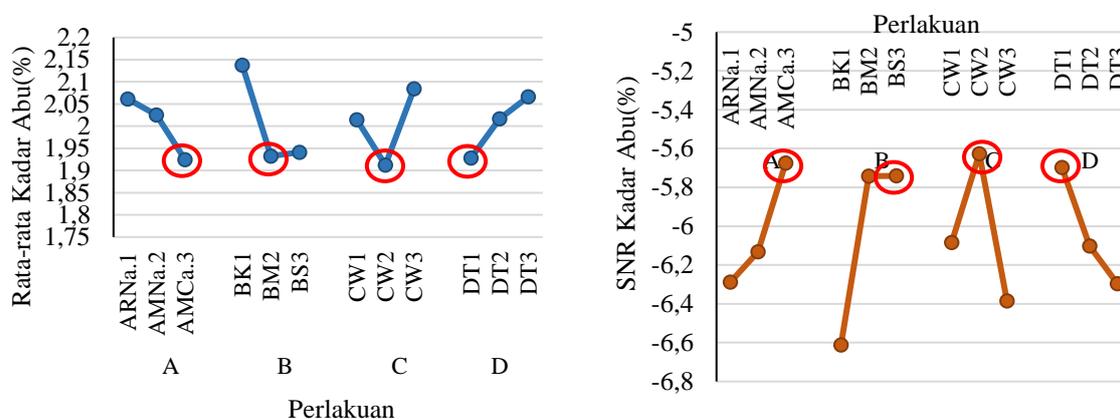
akhir pemasakan yang digunakan. Berdasarkan perhitungan ANOVA juga menunjukkan hanya faktor D yang berpengaruh dari empat faktor parameter produksi terhadap nilai mutu kadar air dengan F hitung sebesar 7,49 lebih besar dari F tabel (0,05%) yaitu 3,55. Kontribusi faktor D dalam nilai kadar air sebesar 37,83%.

Kadar Abu

Karakteristik mutu kadar abu dalam penelitian ini adalah STB. Standar kadar abu pada SNI gula merah cetak < 2%. Nilai rata-rata eksperimen dan SNR respon kadar abu dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan rata-rata kadar abu gula kelapa yang dihasilkan berkisar 1,7 – 2,15%. Kadar abu tertinggi terdapat pada eksperimen tujuh yang mencakup kombinasi perlakuan AMCa.3, BK1, CW3 dengan DT2, sedangkan kadar abu yang terendah terdapat pada eksperimen sembilan dengan kombinasi perlakuan AMCa.3, BS3, CW2 dengan suhu akhir pemasakan DT1. Nilai SNR respon kadar air pada eksperimen ini yaitu -4,64 – (-6,68%). Gambar 4 menunjukkan faktor yang berpengaruh.



Gambar 3. Grafik Rata-rata dan SNR Respon Kadar Abu



Gambar 4. Grafik Respon Efek Faktor Rata-rata dan SNR untuk Kadar Abu

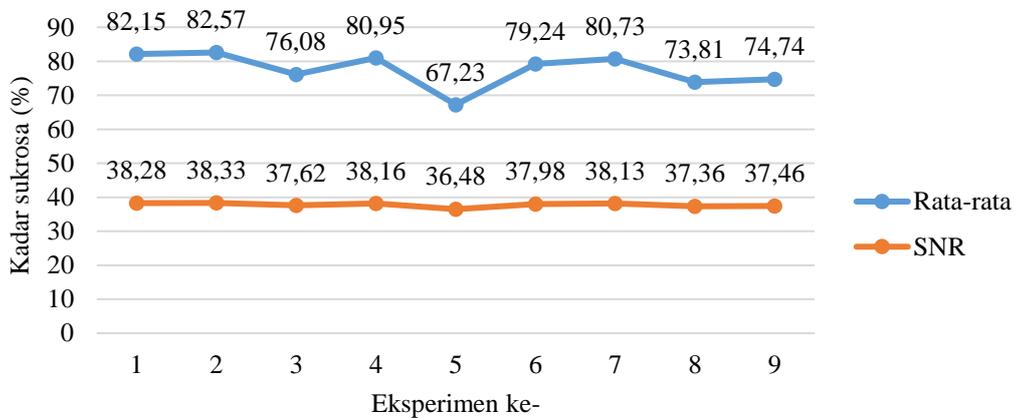
Faktor yang paling berpengaruh terhadap jumlah kadar abu adalah faktor (B) penambahan anti buih. Hasil perhitungan ANOVA juga menunjukkan hanya faktor B yang berpengaruh terhadap kadar abu gula kelapa dengan F hitung yang lebih besar dari F tabel (3,55) sebesar 5,43 dengan kontribusi 20,69%. Penambahan parutan kelapa sebagai anti buih menyebabkan tingginya kadar abu pada gula tersebut. Kadar abu pada bahan dipengaruhi oleh kandungan mineral yang ada di dalamnya serta pada proses pembuatannya (Baharuddin, Muin, & Bandaso, 2007). Menurut Subagio (2011), Kadar abu daging kelapa berkisar 2,92-4,33% yang merupakan sumber mineral, hal ini memberikan kontribusi yang besar untuk kadar abu gula kelapa yang ditambahkan parutan kelapa. Kadar abu minyak goreng dan santan lebih kecil dibandingkan parutan kelapa dengan nilai 0,55% (Belewu *et al.*, 2014) untuk santan dan 0,053% untuk minyak goreng (Mengistie, Alemu, & Mekonnen, 2018).

Kadar Sukrosa

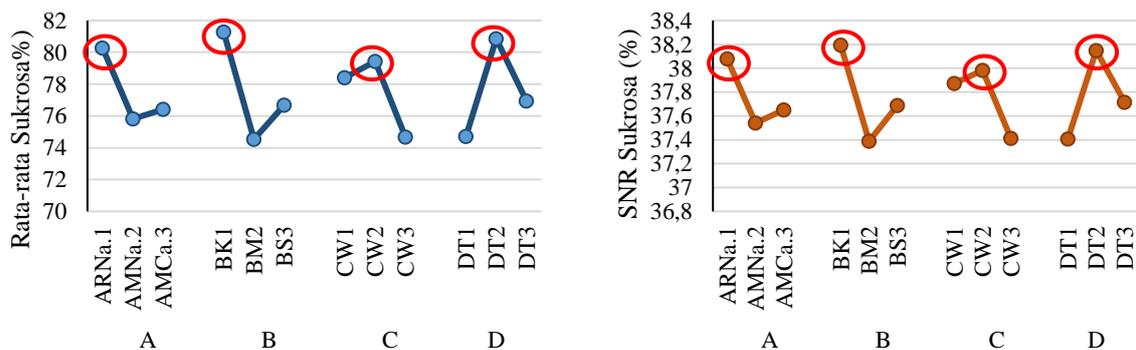
Kadar sukrosa salah satu indikator yang menunjukkan mutu gula merah kelapa. Gula

kelapa akan semakin baik mutunya dengan semakin tingginya kandungan sukrosa (Dewi *et al.*, 2014). Karakteristik parameter mutu kadar sukrosa adalah LTB. Analisis rata-rata dan SNR respon (Gambar 5) dilakukan untuk mengetahui faktor dan level mana yang paling berpengaruh terhadap keragaman kadar sukrosa. Berdasarkan SNI gula merah cetak kadar sukrosa minimal yang disyaratkan $\geq 77\%$.

Rata-rata respon kadar sukrosa berkisar antara 67,23 – 82,57%. Eksperimen tiga, lima, delapan dan sembilan memiliki kadar sukrosa yang tidak memenuhi syarat SNI gula merah. Nilai terendah kadar sukrosa terdapat eksperimen lima dengan kombinasi perlakuan AMNa.2, BM2, CW3 dan DT1. Rendahnya kadar sukrosa pada eksperimen lima dikarenakan nilai brix nira pada eksperimen lima juga mempunyai nilai yang rendah (Tabel 3). Menurut Dewi *et al.*, (2014), Semakin tinggi nilai brix nira maka kandungan sukrosa pada gula akan semakin tinggi. Faktor perlakuan yang berpengaruh terhadap kandungan kadar sukrosa pada gula kelapa ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Grafik Rata-rata dan SNR Respon Kadar Sukrosa



Gambar 6. Grafik Respon Efek Faktor Rata-rata dan SNR untuk Kadar Sukrosa

Berdasarkan Gambar 6, faktor perlakuan (B) penambahan anti buih paling berpengaruh terhadap parameter mutu kandungan sukrosa gula kelapa. Hasil perhitungan ANOVA, semua faktor parameter produksi berpengaruh terhadap nilai sukrosa. Nilai F hitung semua faktor tersebut lebih besar dari F tabel (0,05%) yaitu 3,55 dengan nilai Faktor (A) 6,74, (B) 13,67, (C) 7,18 dan (D) 11,13. Kontribusi dari masing-masing faktor tersebut terhadap nilai kadar sukrosa yaitu faktor (A) 12,02%, faktor (B) 26,55%, faktor (C) 12,96% dan faktor (D) 21,22%.

Perlakuan BM2 menghasilkan gula kelapa dengan kadar sukrosa yang paling rendah. Penambahan minyak sebagai bahan anti buih secara tidak langsung berpengaruh terhadap kandungan sukrosa gula kelapa yang dihasilkan. Menurut Dwiyantri *et al.*, (2014), penggunaan minyak sebagai bahan anti buih pada proses pengolahan gula kelapa akan menyebabkan bertambahnya jumlah lemak yang akan menghalangi proses kristalisasi sukrosa. Lemak akan menghalangi interaksi antar molekul sukrosa karena lemak bersifat sebagai pengotor sehingga gula yang dihasilkan menjadi lunak atau lembek. Gula yang lembek mengindikasikan gula tersebut mengandung banyak gula reduksi yang bersifat higroskopis yang salah satu penyebabnya karena terjadinya hidrolisis sukrosa pada bahan baku nira dan hidrolisis sukrosa selama proses produksi gula kelapa.

Selain faktor B, yang memengaruhi kadar sukrosa adalah faktor (D) suhu akhir pemasakan. Proses pemasakan akan menghambat fermentasi nira sehingga bisa mempertahankan kadar sukrosa dalam nira. Menurut Jaya, Ginting, & Ridwansyah (2016), penggunaan suhu tinggi pada nira dapat menginaktivkan enzim invertase. Aktivitas optimal enzim invertase berada pada kisaran suhu 25-60°C (Indriani, Syamsudin, & Wardhani, 2015) sehingga reaksi invertase pada sukrosa menjadi gula reduksi dapat dikurangi atau dihambat. Kondisi ini dapat menyebabkan kadar sukrosa tidak banyak mengalami pengurangan selama proses berlangsung. Suhu akhir pemasakan yang menghasilkan nilai sukrosa yang tinggi pada DT2.

Faktor lain yang juga memengaruhi kadar gula sukrosa adalah lama waktu sadap dan komposisi bahan pengawet yang digunakan yang akan memengaruhi pH nira. Semakin lama waktu sadap memungkinkan semakin banyaknya pertumbuhan mikroba pada nira yang mengakibatkan nira menjadi asam. Menurut Jatmika (1990), nira tanpa penambahan bahan pengawet atau penghambat pertumbuhan mikroba, akan memicu terjadinya proses fermentasi oleh khamir yang berasal dari

lingkungan menghasilkan alkohol hingga 7% dalam waktu 15 – 20 jam. Mutu gula cetak yang kurang baik biasanya berasal dari mutu nira yang kurang baik pula yang mana pada proses pemasakan gula, nira harus memiliki pH 6-7. Jika pH nira kurang dari 6 atau bahkan condong asam, akan meningkatkan kadar gula reduksi pada nira berupa glukosa dan fruktosa yang berasal dari hidrolisis sukrosa sehingga proses kristalisasi akan kurang bagus (Susi, 2013).

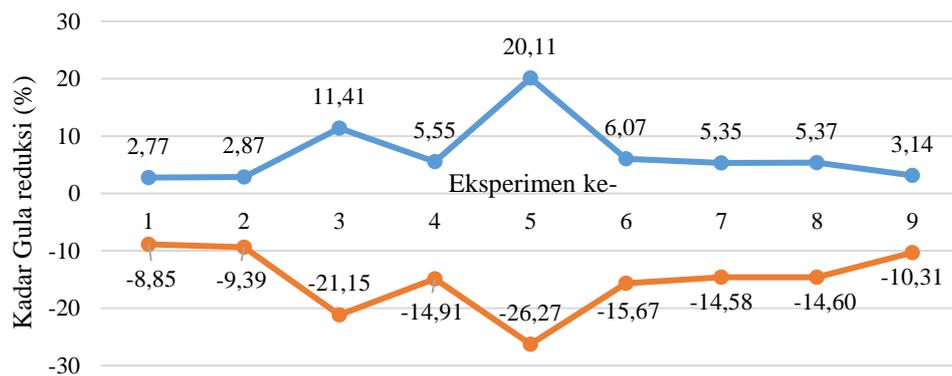
Kombinasi level dari faktor yang menghasilkan respon rata-rata kadar sukrosa yang memenuhi SNI dan mengurangi variasi nilai kadar sukrosa berdasarkan respon SNR terdapat pada perlakuan BK1, DT2, CW2 dan ARNa1.

Kadar Gula Reduksi

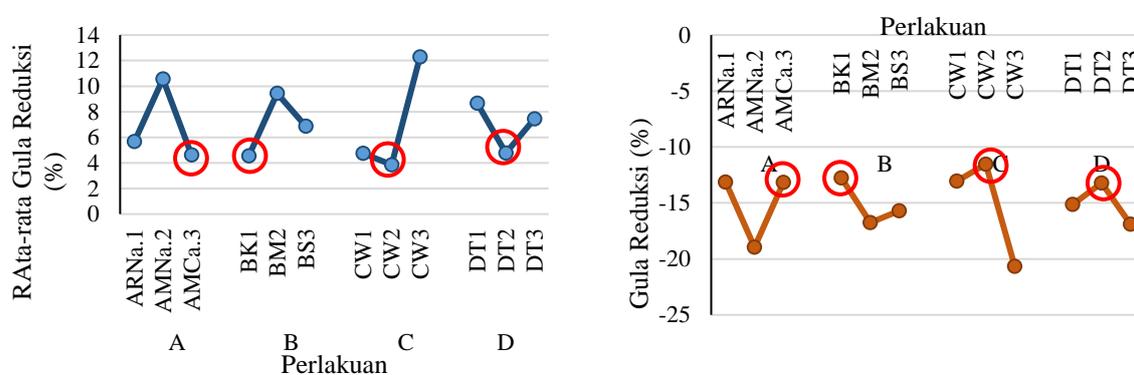
Kadar sukrosa dan gula reduksi mempunyai kaitan yaitu semakin tinggi kandungan gula pereduksi, semakin rendah kandungan sukrosa. Aktivitas enzim invertase yang dihasilkan oleh ragi pada nira yang terkontaminasi akan menyebabkan terjadinya hidrolisis sukrosa yang mengakibatkan peningkatan jumlah gula pereduksi dalam gula kelapa (Pontoh, 2013). Gula reduksi pada nira fresh berkisar antara 1,23 – 3,38% (Hebbar *et al.*, 2015), penanganan yang kurang tepat pada nira akan meningkatkan jumlah gula pereduksi yang berakibat rendahnya kadar gula sukrosa pada gula yang dihasilkan. Karakteristik mutu kadar gula reduksi dalam penelitian ini adalah STB. Respon rata-rata dan SNR serta efek respon dari kadar sukrosa dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.

Nilai rata-rata dan SNR respon kadar gula reduksi berkisar antara 2,77 – 20,1%. Nilai gula reduksi tertinggi terdapat pada eksperimen lima yang nilainya jauh melebihi standar maksimal nilai di SNI gula merah. Tingginya nilai kadar gula reduksi pada eksperimen lima disebabkan pH nira yang rendah sebagai akibat waktu sadap yang lebih lama (24 jam). Efek respon dari masing-masing faktor parameter produksi yang menunjukkan respon pengaruh paling besar terdapat pada faktor (C) lama waktu penyadapan. Hasil perhitungan ANOVA menunjukkan semua faktor parameter produksi berpengaruh terhadap kandungan kadar reduksi gula kelapa ini. Kontribusi dari masing-masing faktor yakni; faktor (A) 21,49%, faktor (B) 12,41%, faktor (C) 46,74% dan faktor (D) 7,99%.

Lama waktu penyadapan paling berpengaruh terhadap gula reduksi. CW3 merupakan perlakuan dengan rata-rata kadar gula reduksi yang tinggi. Hal tersebut disebabkan karena pH nira yang dihasilkan dari perlakuan tersebut rendah. Nilai pH



Gambar 7. Grafik Rata-rata dan SNR Respon Kadar Gula Reduksi



Gambar 8. Grafik Respon Efek Faktor Rata-rata dan SNR untuk Kadar Gula Reduksi

nira yang rendah menyebabkan gula reduksi semakin tinggi karena nira dalam kondisi pH rendah menyebabkan hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa yang merupakan golongan gula reduksi (Reni, Ali, & Pato, 2018). Pemilihan bahan pengawet nira memberikan kontribusi yang besar untuk tetap mempertahankan pH nira. Perlakuan AMCa.1 merupakan bahan pengawet nira yang bisa menghasilkan nilai pH nira yang tinggi.

Suhu akhir pemasakan nira juga memengaruhi kandungan gula reduksi. Menurut Radam, Sari, & Lusyani (2014), pemanasan selama produksi gula menghasilkan inversi sukrosa yang menghasilkan molekul glukosa (dekstrosa) dan fruktosa (levulosa) sebagai gula pereduksi. Suhu tinggi dan waktu pemanasan yang lama bisa mempercepat hidrolisis sukrosa menghasilkan gula pereduksi (Martins, Jongen, & van Boekel, 2000).

Multi-Respon Signal-to-Noise

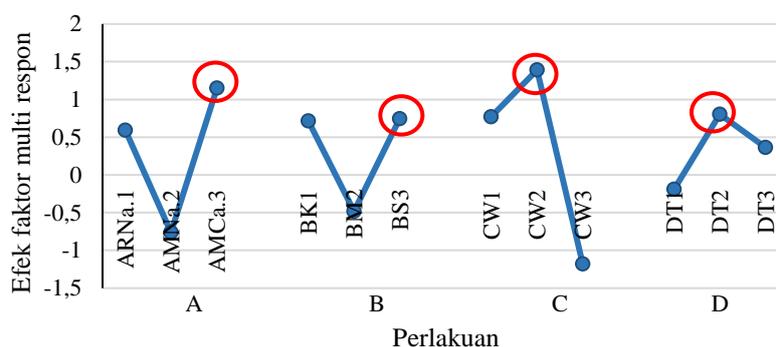
Pada penelitian ini parameter karakteristik mutu kimia respon yang diamati lebih dari satu yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar sukrosa dan kadar gula reduksi sehingga perlu dilakukan analisis multi respon. Analisis ini dimulai dengan menghitung *loss function* untuk setiap parameter

mutu. Karakteristik nilai pada masing-masing parameter yang berbeda perlu dilakukan normalisasi data pada masing-masing karakteristik untuk menyamakan karakteristik tersebut. Perhitungan dilanjutkan dengan menghitung *total loss function* sebagai gabungan dari semua parameter mutu seperti tampak pada Tabel 4.

Hasil perhitungan multi *loss function* tersebut ditransformasikan ke dalam perhitungan efek faktor SNR untuk menganalisis faktor dan level sehingga didapatkan modifikasi parameter produksi yang optimal dalam proses produksi gula kelapa seperti pada Gambar 9. Berdasarkan Gambar 9, kombinasi faktor dan level perlakuan yang berpengaruh terhadap mutu kimia gula kelapa secara berturut-turut sebagai berikut: CW2, AMCa3, BS3 dan DT2 yakni kombinasi perlakuan waktu sadap 8 jam pemanasan + 16 jam sadap sore, bahan pengawet nira yang digunakan kombinasi antara kulit manggis dengan kapur, anti buih menggunakan santan dengan suhu akhir pemasakan 135 °C. Faktor C dan A lebih cenderung memengaruhi mutu kimia kadar gula sukrosa dan gula reduksi. Faktor B lebih memengaruhi kandungan abu sedangkan faktor D memengaruhi kandungan kadar air pada gula kelapa.

Tabel 4. Total *loss function* karakteristik mutu kimia gula kelapa

Eksperimen	<i>L_j</i>				<i>TL_j</i>	η_j
	Kadar Abu	Kadar Air	Kadar Sukrosa	kadar Gula Reduksi		
1	0,29	0,28	0,22	0,02	0,81	0,90
2	0,23	0,26	0,22	0,03	0,74	1,33
3	0,29	0,15	0,26	0,42	1,11	-0,46
4	0,29	0,23	0,23	0,10	0,85	0,73
5	0,24	0,36	0,33	1,36	2,29	-3,60
6	0,25	0,27	0,24	0,12	0,88	0,58
7	0,29	0,28	0,23	0,09	0,89	0,51
8	0,24	0,23	0,27	0,09	0,83	0,82
9	0,13	0,20	0,27	0,02	0,61	2,12

**Gambar 9.** Efek Faktor SNR Multi Respon**Tabel 5.** Hasil perhitungan selang kepercayaan

No	Parameter	Rata-rata	Selang Kepercayaan		Keterangan
			Kondisi Optimal	Eksperimen Konfirmasi	
1	Kadar Air (%)	7,01	5,69±0,67	6,87±0,57	Terkonfirmasi
2	Kadar Abu (%)	2,00	1,84±0,15	1,96±0,13	Terkonfirmasi
3	Kadar Sukrosa (%)	77,50	84,62±3,60	77,77± 5,19	Terkonfirmasi
4	Kadar gula reduksi (%)	6,96	1,51±2,97	8,09± 4,28	Terkonfirmasi

Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen ini dilakukan berdasarkan faktor dan tingkat kondisi optimal yang diperoleh dari perhitungan multi-respons *loss function* sebanyak lima sampel. Hasil uji konfirmasi terhadap lima sampel tersebut ditunjukkan pada Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan interval kepercayaan konfirmasi yang dibandingkan dengan interval kepercayaan kondisi optimal berada pada tingkat kepercayaan 95%. Berdasarkan interpretasi hasil perhitungan interval kepercayaan pada parameter dapat diketahui bahwa semua rata-rata nilai mutu kimia eksperimen konfirmasi berada dalam interval kondisi optimal. Hal ini menunjukkan kombinasi level faktor optimal yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat meningkatkan mutu gula kelapa. Dari hasil olahan data didapatkan modifikasi parameter produksi gula kelapa di Kabupaten Indragiri bisa meningkatkan mutu kimianya dengan rincian nilai peningkatan; kadar air

sebesar 4,46%, kadar abu 43,84%, kadar sukrosa 24,15% dan kadar gula reduksi 45,78%. Selain peningkatan mutu kimia, semua eksperimen konfirmasi memenuhi persyaratan SNI dari gula merah palma.

KESIMPULAN

Hasil modifikasi parameter produksi yang optimal didapatkan pada komposisi bahan pengawet nira kulit manggis dan kapur (AMCa.3), bahan anti buih santan (BS3), lama waktu sadap 8 jam sadap pagi (dipanaskan) + 16 jam sadap sore (CW2) serta suhu akhir masak 135 °C (DT2) dengan uji konfirmasi karakteristik mutu kimia (dalam interval kepercayaan): kadar air 6,87 ±0,57%, kadar abu 1,96 ±0,13%, kadar sukrosa 77,77 ±5,19%, gula reduksi 8,09 ±4,28%. Modifikasi parameter produksi gula kelapa melalui perlakuan komposisi bahan pengawet nira kulit manggis dan

kapur dengan penambahan anti buih santan pada lama waktu sadap 8 jam (pemanasan) +16 jam yang dimasak pada suhu 135 °C dapat meningkatkan kandungan mutu kimia kadar air sebesar 4,46%, kadar abu 43,84%, kadar sukrosa 11,30% dan kadar gula reduksi 45,78% lebih baik dari sebelumnya serta memenuhi standar SNI gula palma.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian yang telah membiayai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anandito, R. B. K., & Suyitno. (2006). Pelelehan gula kelapa dan suhu transisi gelas. *Agrosains*, 19(2), 147–156.
- Anggoro, P. W. (2012). Aplikasi DOE untuk menentukan setting parameter optimum pada proses pembuatan produk roll. *Media Statistika*, 5(2), 105–118. <https://doi.org/10.14710/medstat.5.2.105-118>
- Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Riau. (2016). *Tindak Lanjut Pengembangan Hilirisasi Produk Kelapa Rakyat di Provinsi Riau*. Pekanbaru.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 01-2891. Cara Uji Makanan dan Minuman (1992). Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 01-3743. Syarat Mutu Gula Palma (1995). Indonesia.
- Baharuddin, Muin, M., & Bandaso, H. (2007). Pemanfaatan nira aren (Arenga pinnatamerr) sebagai bahan pembuatan gula putih kristal. *Perennial*, 3(2), 40–43. <https://doi.org/10.24259/perennial.v3i2.169>
- Belewu, M. A., Muhammed-Lawal, A., Abdulsalam, K., Belewu, K. Y., & Belewu, N. O. (2014). Date-coconut drink: Physico-chemical and sensory qualities. *Daffodil International University Journal of Science and Technology*, 9(2), 1–6.
- Department of Agriculture Philippine. (2012). Coconut Sap Sugar Industry Roadmap. Davao: 1st National Coconut Sap Sugar Congress. Retrieved from http://pca.da.gov.ph/coconutrde/images/sugarpdfs/ECManohar_PCA.pdf
- Dewi, S. R., Izza, N., Agustiningrum, D. A., Indriani, D. W., Sugiarto, Y., Maharani, D. M., & Yulianingsih, R. (2014). Pengaruh suhu pemasakan dan kecepatan pengadukan terhadap kualitas gula merah tebu. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(3), 149–158.
- Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Indragiri Hilir. (2017). *Angka-Angka Realisasi Ekspor Non Migas Kabupaten Indragiri Hilir*. Indragiri Hilir.
- Dwiyanti, H., Riyadi, H., Rimbawan, Damayanthi, E., & Sulaeman, A. (2014). Penambahan CPO dan RPO sebagai sumber provitamin A terhadap retensi karoten, sifat fisik, dan penerimaan gula kelapa. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 24(1), 28–33.
- Haloho, W. F., & Susanto, W. H. (2015). Pengaruh penambahan larutan susu kapur dan STPP (Sodium Tripolyphospat) terhadap kualitas gula kelapa (Cocos nucifera L). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(3), 1160–1170.
- Hebbar, K. B., Arivalagan, M., Manikantan, M. R., Mathew, A. C., Thamban, C., Thomas, G. V., & Chowdappa, P. (2015). Coconut inflorescence sap and its value addition as sugar – collection techniques, yield, properties and market perspective. *Current Science*, 109(8), 1411–1417. <https://doi.org/10.18520/v109/i8/1411-1417>
- Indriani, D. O., Syamsudin, L. N. I., & Wardhani, A. K. (2015). Invertase dari *Aspergillus niger* dengan metode solid state fermentation dan aplikasi di industri: Kajian pustaka. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(4), 1405–1411.
- Jatmika, A. (1990). Alternatif Produk Olahan dari Nira Kelapa. *Buletin Manggar*. Bandar Kuala: Pusat Penelitian dan Pengembangan Bandar Kuala.
- Jaya, R. S., Ginting, S., & Ridwansyah. (2016). Pengaruh suhu pemanasan dan lama penyimpanan terhadap perubahan kualitas nira aren (Arenga pinnata). *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 4(1), 49–57.
- Komisi Pengawas Persaingan Usaha Republik Indonesia. (2010). *Position Paper Komisi Pengawas Persaingan Usaha Terhadap Kebijakan dalam Industri Gula*. Jakarta: Komisi Pengawas Persaingan Usaha. Retrieved from [http://kppu.go.id/docs/Positioning_Paper/\[2010\] Position Paper Industri Gula.pdf](http://kppu.go.id/docs/Positioning_Paper/[2010] Position Paper Industri Gula.pdf)
- Madan, S. S., & Wasewar, K. L. (2017). Optimization for benzenoacetic acid removal from aqueous solution using CaO₂ nanoparticles based on Taguchi method. *Journal of Applied Research and Technology*, 15(4), 332–339. <https://doi.org/10.1016/j.jart.2017.02.007>
- Maharani, D. M., Yulianingsih, R., Dewi, S. R., Sugiarto, Y., & Indriani, D. W. (2014). Pengaruh penambahan natrium metabisulfit dan suhu

- pemasakan dengan menggunakan teknologi vakum terhadap kualitas gula merah tebu. *Agritech*, 34(4), 365–373. <https://doi.org/10.22146/agritech.9430>
- Martins, S. I. F. S., Jongen, W. M. F., & van Boekel, M. A. J. S. (2000). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science & Technology*, 11(9–10), 364–373. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00022-X](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00022-X)
- Mengistie, T., Alemu, A., & Mekonnen, A. (2018). Comparison of physicochemical properties of edible vegetable oils commercially available in Bahir Dar, Ethiopia. *Chemistry International*, 4(2), 130–135.
- Muchtadi, T. R., Sugiyono, & Ayustaningwarno, F. (2010). *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bandung: Alfabeta.
- Naufalin, R., Yanto, T., & Sulistyningrum, A. (2013). Pengaruh jenis dan konsentrasi pengawet alami terhadap mutu gula kelapa. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(3), 165–174.
- Pontoh, J. (2013). Penentuan kandungan sukrosa pada gula aren dengan metode enzimatik. *Chemistry Progress*, 6(1), 26–33.
- Radam, R. R., Sari, N. M., & Lusyani. (2014). Chemical compounds of granulated palm sugar made from sap of nipa palm (*Nypa fruticans* Wurmb) growing in three different places. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 2(1), 108–114.
- Reni, Z., Ali, A., & Pato, U. (2018). Penambahan larutan kapur sirih dan bubuk kulit buah manggis terhadap kualitas gula merah dari nira nipah. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 5(1), 1–14.
- Soejanto, I. (2009). *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Subagio, A. (2011). Potensi daging buah kelapa sebagai bahan baku pangan bernilai. *Pangan*, 20(1), 15–26.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (1997). *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Susi. (2013). Pengaruh keragaman gula aren cetak terhadap kualitas gula aren kristal (palm sugar) produksi agroindustri kecil. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 36(1), 1–11.
- Suwardjono. (2001). *Pengaruh Penggunaan Bahan Pengawet Alam Terhadap Kualitas Nira Kelapa yang Digunakan untuk Pembuatan Gula Kelapa di Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta.