
Efektivitas Pemakaian Mesin *Magic Sugar Cane* Terhadap Penurunan Kualitas Nira pada Sistem Tebang Angkut

The Effectiveness of Magic Sugar Cane Machine on Decreasing Nira Quality Base on Cutting and Transport System

Retno Muji Rahayu*, Warkoyo, Noor Harini, dan Rista Anggriani

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian-Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang Indonesia
email: retnomrr@gmail.com

Abstract

The Sugarcane plantations have a role in the development of agriculture in Indonesia. Sugarcane is needed by industry as raw material for making sugar. It is one of the nine main ingredients on making sugar. National sugar production has decreased due to the delay in sugarcane milling (down time). The milling delay of up to three days can reduce the quality of the *nira* in terms of the increasing in °Brix, decreasing in pH, increasing in reducing sugar content in °Brix. In addition, it can also reduce the nature of purity which can affect the amount of sugar yield produced. The Magic Machine Sugarcane is a sugarcane harvesting machine to produce *nira*. The purpose the Magic Machine Sugar Cane is an effort to maintain the physical and chemical quality of the *nira* in the cutdown system. The design method of Magic machine sugarcane starts from drafting the concept, designing, and testing. The test parameters used were total sugar, viscosity, TSS, total acid and pH. The results of the Magic Machine Sugar Cane is designed with a height of 1.85 meters and a width of 1.65 meters and a length of 3.75 meters consisting of diesel components, cutting blades, cane carriers, cane cutters, wheels, roller mills, filters, handles, frame body and equipped with a storage tube with the principle of maintaining the *nira* temperature to 5°C. The Storage of *nira* at 5°C minimize the loss of total sugar value, viscosity, TSS value from 16 °Brix to 18 °Brix, total acid value in the range of 0.045%-0.055% and pH 5.0-6.0. So that the Magic Machine Sugar Cane is effective in maintaining the physical and chemical quality of the *nira* during the cutdown system.

Keyword: *Sugarcane, sugarcane juice, sugarcane juice quality, storage temperature, sugarcane harvesting machine, cut and transport system*

Abstrak

Perkebunan tebu memiliki peran dalam perkembangan pertanian di Indonesia. Tanaman tebu dibutuhkan industri sebagai bahan baku pembuatan gula. Tebu merupakan salah satu dari sembilan bahan pokok pembuatan gula. Produksi gula nasional mengalami penurunan yang diakibatkan oleh proses penundaan penggilingan tebu (*down time*). Penundaan penggilingan hingga tiga hari dapat menurunkan kualitas nira yang ditinjau dari kenaikan °Brix, penurunan pH, kenaikan kadar gula reduksi °Brix. Selain itu hal ini juga dapat menurunkan hakikat kemurnian yang dapat mempengaruhi jumlah rendemen gula yang dihasilkan. Rancang bangun *Magic Machine Sugar Cane* merupakan mesin panen tebu untuk menghasilkan nira. Tujuan dari rancang bangun alat *Magic Machine Sugar Cane* adalah sebagai upaya untuk mempertahankan kualitas fisik dan kimia nira pada sistem tebang angkut. Metode pada rancang bangun dimulai dari tahap penyusunan konsep, perancangan dan pengujian. Parameter uji yang digunakan yaitu total gula, viskositas, TSS, total asam dan pH. Hasil rancang bangun *Magic Machine Sugar Cane* dirancang dengan ketinggian 1,85meter dan lebar 1,65meter dan panjang 3,75meter yang terdiri dari komponen diesel, pisau pemotong, *cane carier, cane cutter, roda, roll giling, filter, handle, body* rangka dan dilengkapi dengan tabung penyimpanan dengan prinsip mempertahankan suhu nira menjadi 5°C. Penyimpanan nira pada suhu 5°C dapat meminimalisir kehilangan niai total gula, viskositas, TSS pada kisaran 16°Brix menjadi 18 °Brix, nilai total asam direntang 0,045%-0,055% dan pH 5,0-6,0. Sehingga *Magic Machine Sugar Cane* efektif dalam mempertahankan kualitas fisik dan kimia nira selama proses sistem tebang angkut.

Kata kunci: *Tebu, Nira, Kualitas Nira, Suhu Penyimpanan, Efektivitas, Mesin Panen Tebu, Sistem Tebang Angkut*

PENDAHULUAN

Tebu menjadi salah satu tanaman perkebunan yang dapat tumbuh baik di Indonesia. Perkebunan tebu memiliki peran dalam perkembangan pertanian di Indonesia. Berdasarkan data (BPS, 2020) menjelaskan luas lahan tebu di Indonesia pada tahun 2020 sebesar 418.996 ha yang terdiri atas 237.851 ha perkebunan rakyat, 124.461 ha perkebunan besar swasta, dan 56.684 perkebunan besar negara. Laju pertumbuhan tanaman tebu sebesar 3,54% per tahun, dengan produktivitas rata-rata haulbar baru mencapai 5,82 ton/ha (Irawan et al., 2015). Hal ini menjadikan tebu sebagai salah satu hasil perkebunan yang sangat strategis yang berkaitan erat dengan industri.

Hasil produksi tebu khususnya nira sangat dibutuhkan oleh industri sebagai bahan baku produksi gula yang terdiri dari sembilan bahan utama (SEMBAKO) yang harus dibutuhkan masyarakat. Hasil penggilingan tebu dihasilkan cairan yang memiliki warna coklat kehijauan yang disebut dengan nira (Irawan et al., 2015) yang kemudian diproses menjadi gula. Nira selain mengandung gula, juga mengandung zat-zat lainnya (zat non gula). Kandungan nira tergantung pada kultivar tebu, kondisi geografis, kematangan, dan penanganan selama pemotongan dan pengangkutan (Sudarman, 2018). Selain itu, komposisi senyawa dalam nira tergantung pada tempat tumbuh dan umur tebu saat panen. Nira yang berkualitas tinggi dan rendah dipengaruhi oleh varietas tebu, mekanisme pemotongan dan pengangkutan, dan penundaan penggilingan tebu. (Kuspratomo et al., 2012). Nira yang didapatkan dari batang tebu melalui proses ekstraksi (penggilingan) mempunyai ciri khas warna coklat kehijauan dan mengandung kadar glukosa yang tinggi dan memiliki pH sebesar 5,5-6,0. Jika nira terlambat dimasak biasanya warna nira akan berubah menjadi keruh kekuningan, rasanya asam dan baunya menyengat (Heryani, 2016). Perubahan ini diakibatkan adanya serangkaian reaksi hidrolisis yang selanjutnya merubah sukrosa menjadi gula-gula sederhana, kemudian dirubah menjadi alkohol, dan terakhir dirombak menjadi asam asetat (Irawan et al., 2015). Selain itu mikroba proteolitik memecah protein dan komponen nitrogen menghasilkan bau busuk (Mussa, 2014). Kondisi dan sifat sari nira ini menentukan sifat dan kualitas produk yang dihasilkan.

Namun di sisi lain, produksi gula nasional selalu mengalami penurunan akibat penurunan produktivitas, seperti penurunan produksi. Faktor rendahnya jumlah rendemen yang diperoleh selain dari perawatan tanaman tambahan juga pada peralatan penggilingan tebu yang belum optimal (Maarif, 2011), adanya proses menunggu (*down time*) (Irawan et al., 2015) dan penundaan

penggilingan tebu. Berdasarkan penelitian terdahulu (Kuspratomo et al., 2012) menjelaskan bahwa penundaan hingga 3 hari dapat menurunkan mutu sari buah berupa peningkatan % Brix, penurunan pH, peningkatan % Brix gula dan penurunan harkat kemurnian.

Menurunnya kualitas nira pada sistem terbang angkut tebu diperlukan upaya perbaikan dibidang teknologi pertanian untuk meningkatkan produktivitas gula yang dihasilkan. Salah satu cara untuk mencegah penurunan kualitas nira yaitu dengan menghambat terjadinya hidrolisis sukrosa yang disebabkan oleh reaksi enzimatis dan aktivitas mikrobiologis. Menurut (Irawan et al., 2015) cara untuk menghambat hidrolisis sukrosa yaitu dengan penyimpanan nira pada suhu rendah. Untuk mengatasi penurunan kualitas nira, maka dirancang sebuah *Magic Machine Sugar Cane*. Alat ini diharapkan mampu mempertahankan kualitas nira dibandingkan panen tebu konvensional. *Magic Machine Sugar Cane* dilengkapi dengan tabung penyimpan nira yang dapat mempertahankan pada suhu dingin dan terbuat dari bahan yang kedap udara, sehingga mampu menghambat kerusakan nira.

METODE

Tahap Penyusunan Konsep

Mobilisasi tebu dari lahan menuju pabrik terjadi antrian truk yang panjang sehingga terjadi penundaan penggilingan. Penundaan penggilingan tebu dapat menurunkan jumlah rendemen yang dihasilkan. Oleh karena itu *Magic Machine Sugar Cane* melakukan penggilingan tebu langsung dilahan dengan *output* nira. Akan tetapi nira memiliki sifat yang mudah rusak. Nira yang disimpan pada suhu ruang lebih dari empat jam akan mengalami proses fermentasi oleh khamir yang dapat menurunkan kualitas nira (Irawan, 2015). Fermentasi pada nira prosesnya memerlukan oksigen secara *aerobic* (Anggraini et al., 2017). *Magic Machine Sugar Cane* dilengkapi dengan tabung untuk menyimpan nira yang terbuat dari bahan *stainless steel*. Tabung *stainless steel* memiliki sifat kemasan yang kedap air dan kedap udara sehingga lebih terjaga dari aspek *hygiene* keamanan pangan dan bebas kontaminan (Heryani, 2020). Selain itu tabung penyimpanan dilengkapi pendingin pada suhu 5°C sehingga menghambat proses fermentasi yang dapat menurunkan kualitas nira (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013).

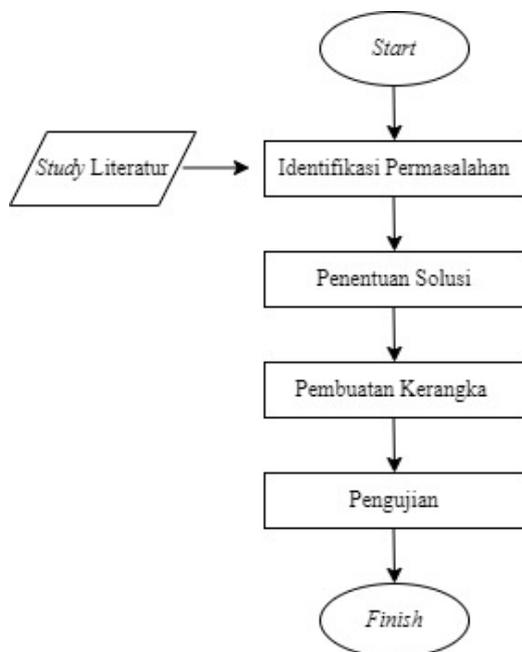
Desain Alat

Rancang bangun *Magic Machine Sugar Cane* menggunakan software antara lain aplikasi produksi adobe yaitu adobe premiere cc 2018 untuk penyuntingan video berbasis *non-linear* dan render, adobe after effect cc 2018 untuk menggabungkan

gambar 2D dan 3D menjadisu dengan penambahan efek visual, adobe photoshop cs 6 untuk pengolah gambar raster atau bitmap, adobe illustrator cc 2018 untuk mengolah serta mengedit gambar vektor, autocad 2019 yang produksi dari autodesk untuk menggambar objek 2 atau 3 dimensi dan aplikasi blender 2.8.3.0 produksi blender foundation untuk membuat visualisasi 3D.

Tahap Perancangan

Tahap perancangan dalam pembuatan rancang bangun *Magic Machine Sugar Cane* yaitu dimulai dari identifikasi permasalahan, menentukan solusi, pembuatan desain, pembuatan kerangka alat dan pengujian. Diagram alir tahap perancangan alat ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan (Dhiki et al., 2018)

Pengujian Alat

Penggilingan tebu

Tahap pertama Pengujian yaitu mempersiapkan tebu sebagai bahan baku utama. Kemudian nyalakan mesin pada bagian diesel 42 Kw *rotation rate* dan atur kecepatan yang diperlukan untuk proses pengujian. Tahap kedua yaitu proses pemotongan tebu untuk memisahkan batang dan daun menggunakan tiga mata pisau pemotong. Kemudian batang tebu yang sudah dipotong akan diangkat menggunakan *cane carier* menuju *cane cutter* untuk dipotong menjadi tiga bagian yang lebih kecil. Potongan kecil-kecil batang tebu masuk pada tahap penggilingan menggunakan *roll* giling yang tersusun dari tiga buah silinder dan kemudian akan masuk keproses penyaringan untuk memisahkan ampas dan nira. Selanjutnya apabila hasil nira tebu tersimpan

pada tabung penyimpanan kapasitas 60L, maka penggilingan alat *Magic Mechine Sugar Cane* dikatakan berhasil.

Parameter

Tahap analisis bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat fisik dan kimia nira. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua faktor (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013) yaitu Faktor I: lama penyimpanna (T) yang terdiri dari 4 jenis, yaitu T1(hari ke-0); T2 (hari ke-1); T3 (hari ke-2) dan T4 (hari ke-3). Faktor II suhu penyimpanan (S) yang terdiri dari 2 taraf yaitu S1 (30°C); S2 (5°C). Pengujian fisikokimia yang dilakukan antara lain total gula, viskositas, TSS, total asam dan pH.

Total Gula

Penentuan gula total berdasarkan (Astuti *et al.*, 2018) yaitu yang pertama terlebih dahulu menentukan kurva standar total gula pada absorbansi 4 larutan gula standar yang telah ditambahkan 5 mL pereaksi anthrone. Hasil nilai absorbansi (630λ) dilakukan analisis dan dibuat kurva standar absorbansi. Nira dihomogenisasi dengan CaCO₃ dan aquades lalu dipanaskan. Filtrat 1 mL diambil dari sampel dan dimasukkan ke tabung reaksi yang telah berisi 5 mL anthrone. Sampel kemudian dihomogenkan dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 12 menit dan kemudian didinginkan serta dihitung absorbansinya (630λ).

Viskositas

Prosedur uji viskositas berdasarkan (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013) menggunakan alat dengan viskometer digital (Brookfield Synchro-Lectric viskometer, USA) menggunakan spindel No.1 pada 60 rpm. Tahap pertama nira dimasukkan kedalam gelas piala sampai mencapai 200 mL. Selanjutnya spindel diturunkan hingga batas spindel tercelup kedalam sampel. Alat dinyalakan dengan menekan tombol on. Kecepatan spindel diatur pada 60rpm, kemudian dibaca skala (*dial reading*) dimana jarum merah telah stabil. Semua percobaan dilakukan dalam rangkap tiga. Setiap pembacaan adalah rata-rata tiga sampel.

Total soluble solids / TSS

Penghitungan total padatan dilakukan berdasarkan penelitian (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013) yaitu dengan meneteskan nira pada prisma refractometer tangan ERMA kemudian mengarahkannya ke sumber cahaya untuk melihat batas gelap dan batas terang angka pengukurannya. Hasil total padatan dinyatakan dalam °Brix

Total Asam

Prosedur uji total asam menggunakan metode titrasi mengikuti prosedur AOAC 2005 dalam (Sari *et al.*, 2019). Tahap pertama disiapkan nira sebanyak 10 mL dan ditetesi penolphthalein (PP) 1% sebanyak 2 tetes, kemudian dititrasi dengan NaOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah muda yang stabil.

pH

Pengukuran pH sesuai dengan (Astuti *et al.*, 2018) yaitu dilakukan dengan menggunakan digital pH meter (Pen type pH meter, pH-009(1), China). Elektroda pada pH meter dicelupkan ke dalam larutan buffer pH 4 dan 10 dan ditunggu hingga menunjukkan angka yang konstan kemudian baru dilakukan pengujian ke nira.

Pengujian Efektivitas Tabung Penyimpanan Nira

Efektifitas tabung penyimpanan dilakukan dengan membandingkan perubahan parameter nira yang meliputi total gula, viskositas, TSS, total asam dan pH yang disimpan pada suhu 5 °C dengan suhu 30°C selama satu hari dan tiga hari. Total gula untuk mengetahui kandungan gula di dalam suatu bahan pangan (Breemer *et al.*, 2021). Pengujian viskositas untuk mengetahui besar kecilnya gesekan di dalam fluida (Hermawati *et al.*, 2013). *Total soluble solid* / TSS untuk mengukur kemanisan atau total gula pada suatu bahan meliputi gula reduksi, gula non reduksi, asam-asam organik, pektin, garam, dan protein yang sangat berpengaruh pada °brix (A. Latriyanto & A. I. Aulia, 2021). Total asam untuk pengukuran total asam yang terdisosiasi dan tidak terdisosiasi, sedangkan pH hanya mengukur total asam dalam kondisi terdisosiasi (Angelia, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kontruksi Magic Machine Sugar Cane

Magic Machine Sugar Cane adalah mesin yang dirancang untuk panen tebu dengan *output* nira sehingga dapat memutus rantai pemotongan, pengumpulan, pengikatan dan pemindahan tebu. Hasil rancang bangun mesin ini terdiri dari diesel, pisau pemotong, *cane carier*, *cane cutter*, roda, *roll giling*, *filter*, tabung penyimpanan, *handle* dan dilengkapi dengan *body* rangka. *Magic Machine Sugar Cane* dirancang dengan ketinggian 1,85meter dan lebar 1,65meter dan panjang 3,75 meter. Hasil rancang bangun *Magic Machine Sugar Cane* dapat dilihat pada Gambar 2. *Magic Machine Sugar Cane* dilengkapi dengan tabung penyimpanan sebagai upaya meminimalisir kerusakan kualitas nira. Tabung penyimpanan terbuat dari stainless steel dengan volume 60liter yang dilengkapi dengan kondensor. Penggunaan kondensor ini sebagai *heat exchangers* dengan prinsip mempertahankan suhu nira menjadi 5°C. Hasil nira yang disimpan dalam

tabung penyimpanan ini kemudian akan didistribusikan ke pabrik menggunakan *cooling tank*.

Penundaan Penggilingan (*Down Time*)

Faktor yang mempengaruhi kualitas nira yaitu penundaan penggilingan (*down time*) tebu dipabrik. Penundaan proses penggilingan tebu di pabrik gula mengakibatkan komponen sukrosa pada tebu menjadi menurun jumlahnya karena terjadinya proses hidrolisis dimana terjadi penurunan kualitas nira.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan tunda giling terhadap mutu nira

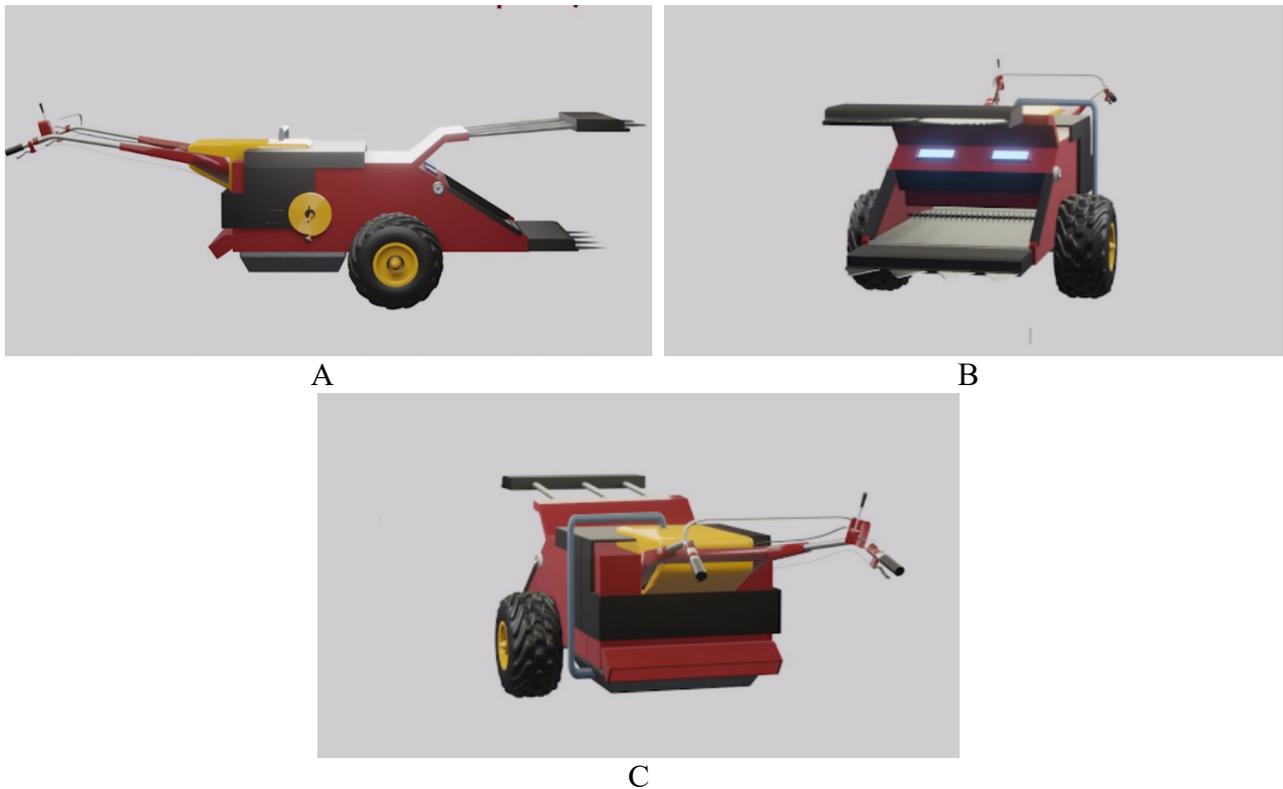
Parameter	Tunda	
	T0	T3
% Pol	10,5	4,5
% Brix	18,63%	19,89%
Gula reduksi %brix	0,63%	0,86%
Harkat Kemurnian (HK)	86,38	81,50

Sumber: (Kuspratomo *et al.*, 2012)

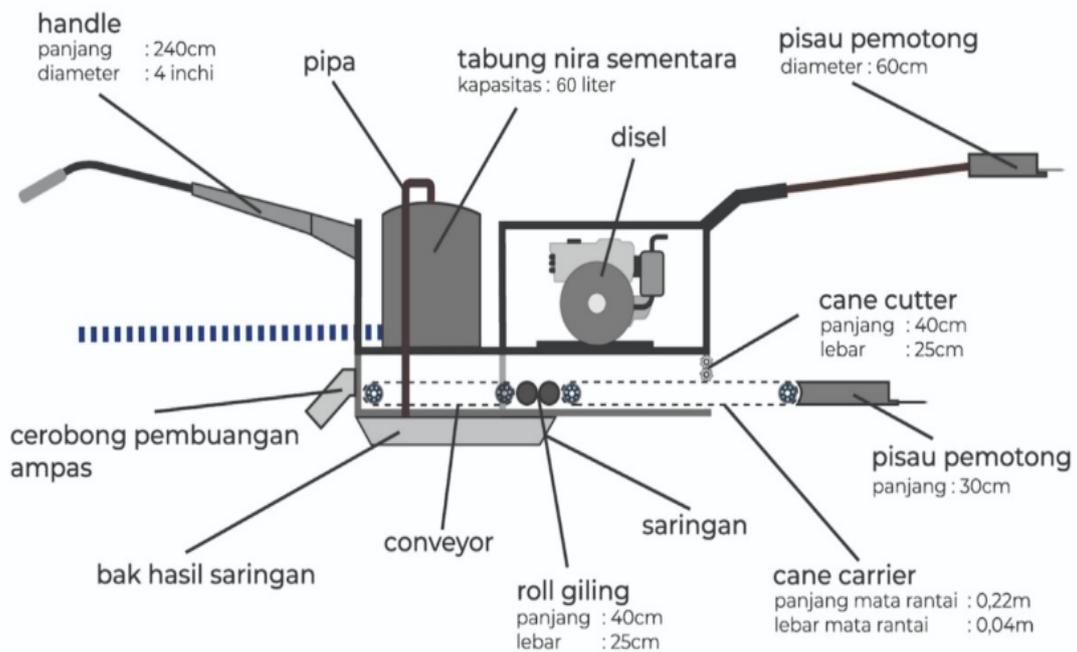
Data pada Tabel 2 diketahui faktor penundaan penggilingan selama tiga hari dapat menurunkan kualitas nira yang dihasilkan. Semakin lama waktu tunda penggilingan nilai jumlah gula yang terkandung dalam setiap 100 gram larutan yang diukur menggunakan polarimeter (% pol) menurun sebesar 57,1% dan kenaikan %brix sebesar 6,4% dimana tebu respirasi terus berjalan dan terjadinya penguraian sukrosa, yang mengakibatkan menurunnya kandungan gula dan jumlah padatan yang terlarut akan semakin meningkat (Irawan *et al.*, 2015). Menurut (Erwinda & Susanto, 2014) meningkatnya gula reduksi akibat degradasi pada tebu dan menyebabkan kerusakan sukrosa yang terinversi. Harkat kemurnian nira menurun sebesar 5,6% yang menjadi indikasi bahwa kualitas nira tebu menurun.

Sifat Fisik Kimia Nira Tebu

Penelitian ini menggunakan dua faktor yaitu lama penyimpanan selama tiga hari dan suhu penyimpanan 30°C dan 5°C. Penyimpanan suhu ruang 30°C suhu yang baik untuk proses fermentasi (Osvaldo, Z. S., Putra, P., & Faizal, 2012). Sedangkan pada suhu 5°C dapat menghambat memperkecil peluang terjadinya kerusakan dan juga menghambat pertumbuhan bakteri (Ayuti *et al.*, 2016). Hasil penelitian ini untuk mengetahui hasil rancang bangun dapat berfungsi sesuai dengan desain yang diharapkan. Tinggi rendahnya sifat fisik dan kimia nira yang dihasilkan dari pemerahan tebu akan mempengaruhi produk yang akan dihasilkan.



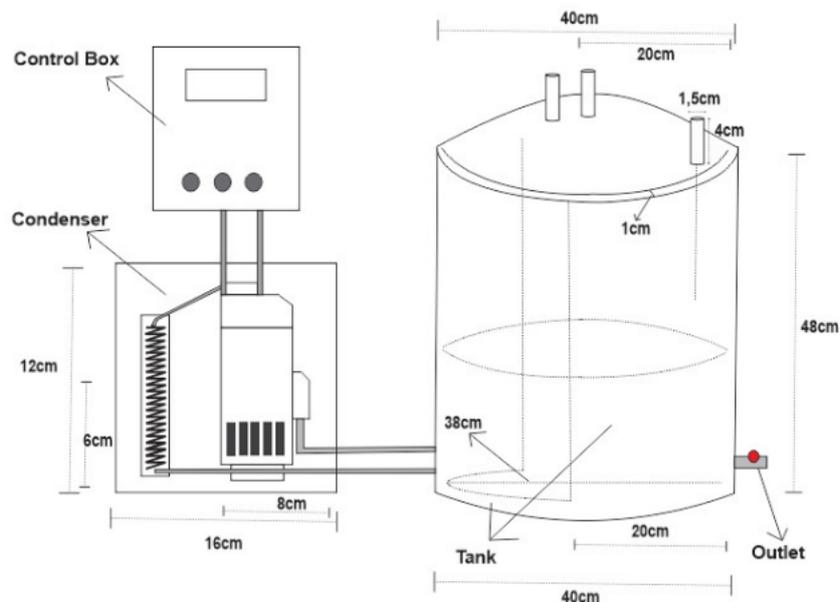
Gambar 2. Rancang Bangun *Magic Mechine Sugar Cane*: A. *SouthWest Isometric* B. *SouthEast Isometric* C. *NorthEast Isometric*



Gambar 3. Komponen Mesin Hasil Rancangan

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Hasil Rancangan

Mesin/alat	Spesifikasi	Fungsi
Diesel	Yunnine 495GB diesel engine, 42Kw rotation rate: 2650r/min	Motor penggerak mesin utama
Pisau pemotong daun	Diameter: 30 cm Mata pisau: 3 biji	Memangkas daun tebu yang ada di atas
Pisau pemotong batang	Panjang: 60 cm Mata pisau: 3 biji	Memotong batang tebu di bagian bawah
Cane carier	Panjang mata rantai: 0,22 m Lebar mata rantai: 0,04 m	Mengangkut tebu yang sudah dipotong ke proses cane cutter
Cane cutter	Material: stainless steel Panjang: 40 cm Lebar: 25 cm	Memotong tebu lebih kecil agar mudah dalam proses penggilingan
Roda Roll giling	Diameter: 55 cm Diameter: 25 cm Panjang: 40 cm Lebar: 25 cm	Pengerak alat dalam proses panen tebu Alat untuk pemerah tebu yang sudah dalam bentuk kecil-kecil
Saringan/filter	Material: stainless steel Ukuran: ±30 cm x 20 cm	Menyaring nira serta memisahkan dari ampas tebu
Tabung penyimpanan	Kapasitas: 60 liter	Alat penampung sementara nira yang sudah di peras.
Handle	Panjang: 240 cm Diameter: 4" Tinggi: 90 cm	Alat kendali/kontrol dalam mengatur kecepatan, berhenti serta mengarahkan pada bagian lahan yang diingikan oleh operator



Gambar 4. Desain Tabung Penyimpanan

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Fisik Terhadap Mutu Nira

Parameter	Suhu 30°C				Suhu 5°C			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3

Total Gula (%)	16,5	12,6	12,33	12,18	16,5	16,1	15,78	14,82
Viskositas (cps)	3,0	2,91	2,42	2,12	3,0	3,1	3,08	3,15
TSS (°Brix)	16,0	16,7	16,1	17,4	16,0	17,4	17,0	17,7
Total Asam (%)	0,055	0,17	0,2	0,22	0,055	0,045	0,052	0,053
pH	5,72	3,77	3,8	3,67	5,72	5,79	5,76	5,76

Sumber: (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013)

Total Gula (%)

Proses penundaan penggilingan akan mempengaruhi nilai total gula pada tebu. Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya kadar gula total adalah suhu penyimpanan. Menurut (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013) menjelaskan bahwa total gula tebu yang disimpan pada suhu 30°C terjadi penurunan dimana terjadi pemecahan gula total menjadi gula pereduksi dan gula lainnya. Penurunan jumlah total gula menjadi indikasi turunnya kualitas nira. Nilai total gula menurun akibat proses hidrolisis dan fermentasi selama penyimpanan. Proses fermentasi khamir akan memecah glukosa dan fruktosa dalam reaksi jalur Embden-Meyerhof-Parnass untuk membentuk asam piruvat yang didekarboksilasi menjadi asetaldehida dan kemudian didehidrogenasi menjadi etanol (Hawusiwa *et al.*, 2015). Sehingga penyimpanan pada suhu 30°C terjadi penurunan kualitas nira yang dihasilkan. Pada saat yang sama nira tebu yang disimpan pada suhu rendah 5°C mengalami penurunan yang lebih rendah karena penghambatan aktivitas mikroba dalam jus selama umur simpannya. (Irawan *et al.*, 2015). Pendinginan yang tepat telah terbukti dapat mengurangi atau menonaktifkan aktivitas enzim dan mikroba dalam bahan pangan, sehingga menjaga kualitas. Menurut (Asiah *et al.*, 2020) menjelaskan bahwa penyimpanan nira dengan suhu 5°C dapat meminimalisir kehilangan jumlah gula selama penyimpanan.

Viskositas

Viskositas menjadi parameter ukur yang menyatakan kekentalan dari nira tebu. Lama penyimpanan mempengaruhi kekentalan nira yang dihasilkan pada proses penggilingan. Nira tebu yang disimpan pada suhu 30°C mengalami penurunan kualitas dari segi viskositas (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013). Menurut (Gunawan *et al.*, 2012) penurunan nilai viskositas nira seiring dengan lama waktu pemanasan. Proses *down time* terjadi proses pemanasan tebu oleh suhu ruang sehingga menurunkan viskositas nira tebu. Menurut (Lumbantoruan & Yulianti, 2016) mengungkapkan bahwa suhu berkorelasi erat dengan viskositas dimana meningkat suhu maka semakin kecil nilai viskositas. Hal ini disebabkan karena pada perubahan suhu mengalami pemuaihan sehingga menyebabkan partikel di dalam menjadi lebih renggang karena

kohesi molekuler semakin berkurang sehingga berkurangnya viskositas fluida (Damayanti *et al.*, 2018). Menurunnya viskositas nira akan menurunkan kualitas mutu gula yang dihasilkan.

Sementara nira yang disimpan pada suhu 5°C terjadi peningkatan viskositas (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013). Penyimpanan Suhu 5°C air pada nira menguap dan total padatan terlarut semakin meningkat (Diniyah *et al.*, 2012). Faktor lain yang dapat meningkatkan viskositas yaitu adanya keberadaan dekstran atau zat begetah pada nira hasil penggilingan (Akram *et al.*, 2019). Banyak air yang teruapkan, maka viskositas nira menjadi tinggi (nira semakin kental) dan otomatis tinggi cairan nira di dalam evaporator juga semakin menurun (Wulandari & Saputri, 2021).

TSS (°Brix)

Kadar TSS sari buah tebu yang disimpan pada suhu 30°C selama 3 hari pertama penyimpanan dan setelah itu terjadi penurunan dibawah 16°Brix yang sejalan dengan penurunan total gula nira tebu, peningkatan total asam nira tebu, dan penurunan nilai pH nira tebu (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013). Menurut (Maharani *et al.*, 2014) menjelaskan bahwa brix nira yang berada dibawah 16°Brix menunjukkan bahwa nira mengalami kerusakan. Total padatan terlarut akan semakin menurun seiring lama fermentasi (Bayu *et al.*, 2017). Menurunnya total padatan terlarut pada nira diduga karena proses perombakan sukrosa secara enzimatis oleh mikroorganisme. Sedangkan hasil total padatan terlarut dengan perlakuan suhu 5°C mengalami terjaga kualitasnya dengan nilai awal 16°Brix menjadi kisaran 18°Brix (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013). Terjaganya kualitas nira dikarenakan pada suhu rendah maka fermentasi akan berlangsung secara lambat atau terhambat (Latumahina *et al.*, 2017).

Total Asam (%)

Menurut (Irawan *et al.*, 2015) menjelaskan bahwa perubahan total asam nira ditandai dengan aromanya yang menjadi asam, rasanya yang menjadi asam yang diakibatkan reaksi hidrolisis yang selanjutnya berubah menjadi gula-gula sederhana, kemudian dirubah menjadi alkohol, dan nira tebu tersebut dirombak menjadi asam asetat dan peningkatan total asam merupakan hasil dari aktivitas mikroorganisme dalam proses fermentasi pada nira tebu yang tinggi. Peningkatan nilai total asam ini pada saat

penyimpanan sejalan dengan menurunnya nilai pH yang semakin asam pada nira. Nilai total asam pada penyimpanan nira pada suhu 30°C meningkat secara signifikan (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013). Meningkatnya total asam menjadi indikasi menurunnya kualitas nira. Perlakuan penyimpanan menggunakan suhu ruang lebih cepat menurunkan kualitas dari nira. Sementara nira yang disimpan pada suhu 5°C tidak ada perbedaan dimana memiliki total asam yang stabil direntang nilai 0,045%-0,055% (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013). Hal ini pada suhu 5°C proses degradasi sukrosa hingga menjadi asam asetat berjalan dengan lambat, sehingga nilai total asam nira tebu yang dihasilkan rendah selama masa simpan.

pH

Perubahan nilai pH mempengaruhi kualitas nira tebu. Nilai pH pada suhu 30°C mengalami penurunan menjadi asam pada penyimpanan hari ke-3 (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013). Nira memiliki sifat tidak tahan disimpan pada suhu ruang. Menurut (Irawan *et al.*, 2015) menjelaskan bahwa setelah 4 jam akan terjadi penurunan pH yang disebabkan terjadinya proses fermentasi oleh khamir. Menurut (Pebiningrum & Kusnadi, 2018) menjelaskan bahwa peningkatan produksi asam-asam organik melalui reaksi fermentasi yang menyebabkan terjadinya penurunan nilai pH. Penurunan pH akan sejalan dengan kenaikan total asam pada nira. Penurunan pH pada nira akan mempengaruhi pada proses pembentukan menjadi kristal (Santoso, 2011). Sehingga kualitas gula yang dihasilkan menurun kualitasnya. Sementara pada suhu 5°C yang dilakukan oleh (Krishnakumar, T. & Chellamuthu, 2013) dapat mempertahankan nilai pH yang stabil yaitu 5,0. Nira dalam kondisi segar memiliki warna coklat kehijau-hijauan dengan pH 5,0-6,0 (Ulumiyah, 2016). Pendinginan 5°C dapat menghambat pertumbuhan mikroba pada nira tebu, sehingga nilai pH pada nira tebu dapat dipertahankan.

KESIMPULAN

Proses penundaan penggilingan (*Down Time*) dapat menurunkan kualitas nira karena terjadi proses hidrolisis dan fermentasi. *Magic Mechine Sugar Cane* sebuah alat panen tebu dimana pemotongan dan penggilingan tebu langsung dilahan dengan *output* nira. Hasil rancang bangun mesin ini terdiri dari diesel, pisau pemotong, *cane carier*, *cane cutter*, roda, *roll giling*, *filter*, tabung penampungan, *handle* dan dilengkapi dengan *body* rangka. *Magic Mechine Sugar Cane* dirancang dengan ketinggian 1,85meter dan lebar 1,65meter dan panjang 3,75meter yang dilengkapi dengan tabung penyimpanan dengan prinsip mempertahankan suhu nira menjadi 5°C.

Penyimpanan nira pada suhu 5°C dapat meminimalisir kehilangan nilai total gula, viskositas, TSS pada kisaran 16°Brix menjadi 18°Brix, nilai total asam direntang 0,045%-0,055% dan pH 5,0-6,0. Sehingga *Mesin Magic Machine Sugar Cane* efektif dalam mempertahankan sifat fisik dan kimia nira selama proses sistem tebang angkut. Berdasarkan pembahasan, kesimpulan dan keterbatasan dalam penelitian ini maka perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk pembuatan gula dari nira yang disimpan pada suhu 5°C, sehingga dapat diketahui mutu dan kualitas produk gula yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Lastriyanto, & A. I. Aulia. (2021). Analisa Kualitas Madu Singkong (Gula Pereduksi, Kadar Air, dan Total Padatan Terlarut) Pasca Proses Pengolahan dengan Vacuum Cooling. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 9(2), 110–114. <https://doi.org/10.29244/jipthp.9.2.110-114>
- Akram, S. R., Candra Sunarti, T., & Meryandini, A. (2019). Characteristic of Dextran Producing Bacteria Isolated from Sugar Cane (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(2), 160–167. <https://doi.org/10.18343/jipi.24.2.160>
- Angelia, I. O. (2017). Kandungan pH, total asam tertitrisasi, padatan terlarut dan vitamin c pada beberapa komoditas hortikultura (pH content, total acidified acid, dissolved solids and vitamin c in some horticultural commodities). *Journal Of Agritech Science (JASc)*, 1(2), 68–74. <http://jurnal.poligon.ac.id/index.php/jasc/article/download/133/61>
- Anggraini, S. A., Yuniningsih, S., & Sota, M. M. (2017). Pengaruh Ph Terhadap Kualitas Produk Etanol Dari Molasses Melalui Proses Fermentasi. *Jurnal Reka Buana*, 2(2), 99–105. <https://jurnal.unitri.ac.id/index.php/rekabuana/article/view/725>
- Asiah, N., Cempaka, L., Ramadhan, K., & Matatula, S. (2020). *Prinsip Dasar Penyimpanan Pangan Pada Suhu Rendah*. <http://repository.bakrie.ac.id/id/eprint/4409>
- Astuti, A., Rochmayani, M., & Aulia, R. (2018). Nawake (nira water kefir): pemanfaatan nira aren sebagai minuman fungsional kaya probiotik. *Agritech*, 20(1), 7–12. <http://www.jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/AGRITECH/article/view/3416>
- Ayuti, S. R., Nurliana, N., Yurliasni, Y., Sugito, S., & Darmawi, D. (2016). Dinamika Pertumbuhan *Lactobacillus casei* dan Karakteristik Susu Fermentasi Berdasarkan Suhu dan Lama Penyimpanan. *Jurnal Agripet*,

- 16(1), 23.
<https://doi.org/10.17969/agripet.v16i1.3476>
- Bayu, M. K., Rizqiati, H., & Nurwantoro. (2017). Analisis Total Padatan Terlarut, Keasaman, Kadar Lemak, dan Tingkat Viskositas pada Kefir Optima dengan Lama Fermentasi yang Berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan*, 1(2), 33–38.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/tekpangan/article/view/17468>
- BPS. (2020). *Statistik Tebu Indonesia 2020*. Badan Pusat Statistika.
- Breemer, R., Palijama, S., & Jambormias, J. (2021). Karakteristik Kimia dan Organoleptik Sirup Gandaria dengan Penambahan Konsentrasi Gula. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 10(1), 56–63.
<https://doi.org/10.30598/jagritekno.2021.10.1.56>
- Damayanti, Y., Lesmono, A. D., & Prihandono, T. (2018). Kajian Pengaruh Suhu Terhadap Viskositas Minyak Goreng Sebagai Rancangan Bahan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(3), 307–314.
<https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPF/article/view/8606>
- Dhiki, W. S., Wibowo, A. R., Alifah, M., & Hendrawan, Y. (2018). Rancang Bangun Alat Sterilisasi Buah Manggis Berbasis Cold Atmospheric Plasma (CAP) (Design of mangosteen fruit (*Garcinia mangostana* Linn) Sterilization Based on Cold Atmospheric Plasma (CAP)). *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian AGROTECHNO*, 3(2), 313–318.
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/agrotechno/article/download/46635/28103>
- Diniyah, N., Wijanarko, S. B., & Purnomo, H. (2012). Teknologi Pengolahan Gula Coklat Cair Nira Silawan (*Borassus Flabellifera* L.). *J. Teknol. Dan Industri Pangan*, 23(1), 53–57.
<https://journal.ipb.ac.id/index.php/jtip/article/view/5294>
- Erwinda, D. M., & Susanto, W. H. (2014). PENGARUH pH NIRA TEBU (*Saccharum officinarum*) DAN KONSENTRASI PENAMBAHAN KAPUR TERHADAP KUALITAS GULA MERAH The Effect of Lime Concentration Additioan and Cane Juice pH Value on Brown Sugar Quality. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(3), 54–64.
<https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/52>
- Gunawan, A., Sihotang, D. E., & Thoha, M. Y. (2012). Pengaruh Waktu Pemasakan Dan Volume Larutan Pemasak Terhadap Viskositas Pulp Dari Ampas Tebu. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(2), 1–8.
<http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/11>
- Hawusiwa, S. E., Wardani, A. K., & Ningtyas, D. W. (2015). Pembuatan Minuman Wine Singkong. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(1), 147–155.
<https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/119>
- Hermawati, Y. M., Wahyu, S. S., & Warsito. (2013). Uji Viskositas Fluida Menggunakan Transduser Ultrasonik sebagai Fungsi Temperatur dan Akuisisinya pada Komputer Menggunakan Universal Serial Bus (USB). *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 01(01), 1–4.
<https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/jtaf/article/view/483>
- Heryani, H. (2016). *Keutamaan Gula Aren dan Strategi Pengembangan Produk*. Lambung Mangkurat University Press.
[http://eprints.ulm.ac.id/1606/7/Buku Keutamaan Gula Aren & Strategi Pengembangan Produk \(Bu Hesty\).pdf](http://eprints.ulm.ac.id/1606/7/Buku%20Keutamaan%20Gula%20Aren%20&%20Strategi%20Pengembangan%20Produk%20(Bu%20Hesty).pdf)
- Heryani, H. (2020). *Inovasi Proses Produksi Gula Aren Murni*. Lambung Mangkurat University Press.
<https://repositori.ulm.ac.id/handle/123456789/9971>
- Irawan, S. A., Ginting, S., & Karo-Karo, T. (2015). Pengaruh Perlakuan dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Minuman Riangan Nira Tebu. *J.Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 3(1), 3.
<https://www.academia.edu/download/46493099/ipi382063.pdf>
- Krishnakumar, T. & Chellamuthu, T. & D. (2013). Effect of delayed extraction and storage on quality of sugarcane juice. *African Journal of Agricultural Research*, 8(10), 930–935.
<https://doi.org/10.5897/AJAR12.1807>
- Kuspratomo, A. D., Burhan, & Fakhry, M. (2012). Pengaruh varietas tebu, potongan dan penundaan giling terhadap kualitas nira tebu. *Agrointek*, 6(2), 123–132.
<https://journal.trunojoyo.ac.id/agrointek/article/view/1984>
- Latumahina, M., Awan, A., & Rumahlatu, D. (2017). PENGARUH SUHU DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP UJI ORGANOLEPTIK PADA PEMBUATAN NATA BUAH ENAU (*Areng pinnata* Merr). *BIOPENDEX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, 4(1), 29–37.
<https://doi.org/10.30598/biopendixvol4issue1page29-37>
- Lumbantoruan, P., & Yulianti, E. (2016). Pengaruh suhu terhadap viskositas minyak pelumas (oli). *Sainmatika*, 13(2), 26–34.
<https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/sainmatika/article/>

download/993/883

- Maarif, S. (2011). *Rancang Bangun Alat Penggiling Tebu untuk Meningkatkan Volume Air Nira pada Industri Kecil Gula Merah*. http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/51522
- Maharani, D. M., Yulianingsih, R., Dewi, S. R., Sugiarto, Y., & Indriani, D. W. (2014). Influences of sodium metabisulphite and evaporation vacuum temperature on brown sugar cane quality. *Agritech*, 34(4), 365–373. <https://journal.ugm.ac.id/agritech/article/view/9430>
- Mussa, R. (2014). KAJIAN TENTANG LAMA FERMENTASI NIRA AREN (*Arenga pinnata*) TERHADAP KELIMPAHAN MIKROBA DAN KUALITAS ORGANOLEPTIK TUAH. *BIOPENDEX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, 1(1), 56–60. <https://doi.org/10.30598/biopendixvol1issue1page56-60>
- Oswaldo, Z. S., Putra, P., & Faizal, M. (2012). Pengaruh konsentrasi asam dan waktu pada proses hidrolisis dan fermentasi pembuatan bioetanol dari alang-alang. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(2). <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/18>
- Pebiningrum, A., & Kusnadi, J. (2018). PENGARUH VARIETAS JAHE (*Zingiber officinale*) DAN PENAMBAHAN MADU TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MINUMAN FERMENTASI KOMBUCHA JAHE. *Journal of Food and Life Science*, 1(2), 33–42. <https://jfls.ub.ac.id/index.php/jfls/article/view/54>
- Santoso. (2011). Analisis Kualitas Nira Dan Bahan Alur Untuk Pengawasan Pabrikasi Di Pabrik Gula. In *Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI)*.
- Sari, D., Purwadi, P., & Thohari, I. (2019). Upaya peningkatan kualitas yoghurt set dengan penambahan pati kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 29(2), 131–142. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2019.029.02.04>
- Sudarman. (2018). *Perancangan Alat Pemasak Gula Merah Tebu Kapasitas 1000 Liter*. 146–151. <http://research-report.umm.ac.id/index.php/sentra/article/view/2401>
- Wulandari, Ri., & Saputri, L. H. (2021). Performance evaluation of evaporation station based on steam Efficiency used at PT. Sidang Laut, Cirebon. *JPP (Jurnal Pengelolaan Perkebunan)*, 1(1), 29–36. <http://ojs.polteklpp.ac.id/index.php/JPP/article/view/2>