

Potensi Bio-etanol dari Nira Kelapa Menjadi Energi Listrik dan Perhitungan Ekonomisnya (Studi Kasus: Desa Sungai Undan, Indragiri Hilir)

Fazel Al Dzikri, Nanda Putri Miefthawati

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

Email: 11850511569@students.uin-suska.ac.id, nandamiefthawati@uin-suska.ac.id

Abstrak— Tandan bunga kelapa dapat menghasilkan nira dan jika diolah dapat menjadi bio-etanol. Namun, tandan bunga tersebut hanya menjadi limbah di Desa Sungai Undan, Indragiri Hilir, salah satu daerah penghasil kelapa terbesar di Indonesia dan belum mendapat akses listrik dari PLN, hanya memanfaatkan diesel berbahan bakar solar. Dari penelitian ini akan didapat potensi bio-etanol dari nira kelapa, energi listrik dan daya listrik, serta penghematan biaya apabila substitusi pemakaian solar menjadi bio-etanol. Penelitian ini menggunakan metode fermentasi dan destilasi menggunakan aplikasi *Superpro Designer* hingga didapat jumlah etanol yang terkandung pada nira kelapa dan kemudian dilakukan perhitungan matematis untuk mendapat energi listrik, daya listrik, dan penghematan biayanya. Penelitian ini menggunakan pencampuran bahan bakar Etanol yang bersimbol (E) dengan Dexlite (D) dengan kadar tertentu. Dari hasil simulasi, diperoleh potensi bio-etanol dari nira di Desa tersebut sebesar 20.570,598 L/hari. Energi per hari (kWh), daya listrik (kW), dan penghematan biaya yang didapat pada D50E50 =153.370,95, 6.390,5, dan Rp10.905.384, D60E40 =160.382,2, 6.682,6, dan Rp8.629.176, D70E30 =167.393,4, 6.974,7, dan Rp6.357.670, D80E20 =174.404,3, 7.266,8, dan Rp4.086.264, serta D90E10 =181.415,9, 7.559, dan Rp1.805.304. Maka berdasar pada hasil tersebut jenis bahan bakar campuran yang paling efektif dan efisien adalah jenis D50E50.

Kata kunci—bahan bakar, bio-etanol, diesel, listrik, nira.

I. PENDAHULUAN

Negara agraris merupakan salah satu julukan untuk negara Indonesia karena sumber mata pencahariannya ataupun penopang pembangunannya sebagian besar berasal dari sektor pertanian [1]. Sektor pertanian memiliki peran dan kontribusi terhadap PDB nasional, karena sebagian besar penduduk Indonesia yang hidup di pedesaan dengan mata pencaharian sebagai petani. Jumlah tenaga kerja dari sektor pertanian sebesar 36,12 juta orang pada Februari tahun 2021. Nilai yang tak sedikit ini merupakan 27,56% dari total keseluruhan nilai tenaga kerja Indonesia [2]. Sektor pertanian tersebut di Indonesia terbagi ke dalam beberapa subsektor, diantaranya subsektor perkebunan, subsektor pertanian pangan, subsektor peternakan, subsektor kehutanan, dan subsektor perikanan [3].

Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki berbagai macam jenis tanaman perkebunan seperti karet dengan luas areal perkebunan di tahun 2017 yaitu perkebunan karet 3.103.300 ha, kelapa 3.438.000 ha, kelapa sawit 5.698.000 ha,

kopi 1.192 ha, kakao 1.616.000 ha, jambu mete 506.000 ha dan lain-lain. Dengan produksi perkebunan pada tahun yang sama, karet 3.050.200 ton, kelapa 2.821.300 ton, minyak kelapa sawit 13.191.200 ton, kopi 685.800 ton, kakao 558.800 ton dan jambu mete sebesar 135.500 ton [4]. Salah satu jenis tanaman perkebunan yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan limbahnya adalah kelapa. Indonesia sangat akrab diketahui sebagai negara dengan penghasil kelapa terbesar di dunia [5]. Riau merupakan provinsi penghasil kelapa terbesar di Indonesia dengan luas areal perkebunan 502.935 ha mampu memproduksi kelapa sebesar 406.089 ton di tahun 2017 [6]. Kelapa (*Cocos Nucifera L*) yang tergolong ke dalam marga *Cocos* dan sukunya berasal dari *Arecaceae* ini sering dijuluki “Pohon Kehidupan” karena dinilai memiliki banyak manfaat dan memberi banyak keuntungan [7].

Kabupaten Indragiri Hilir terletak pada bagian Timur pesisir pulau Sumatra atau di bagian Timur Provinsi Riau. Kabupaten Indragiri Hilir juga dikenal sebagai daerah penghasil kelapa dengan luas lahan terbesar di Provinsi Riau, dengan luas areal perkebunan kelapa 392.753 ha yang tersebar di 20 Kecamatan, kabupaten ini mampu memproduksi kelapa sekitar 298.599 ton di tahun 2015 dengan jumlah petani 80.264 [8].

Desa Sungai Undan merupakan salah satu desa di Kecamatan Reteh dengan luas wilayah terluas yang terletak di Kabupaten Indragiri Hilir [9]. Desa ini merupakan salah satu desa di Kabupaten Indragiri Hilir yang belum mendapatkan akses listrik dari PLN. Dengan menggunakan bahan bakar solar dengan harga Rp9.700/L desa ini hanya mengandalkan diesel sebagai sumber energi listrik dan hanya beroperasi pada malam hari yang dimulai sekitar pukul 18.00 WIB hingga pukul 22.00 atau 23.00 WIB. Mayoritas masyarakat Desa Sungai Undan berprofesi sebagai petani kelapa, sehingga membuat desa ini menjadi salah satu penyumbang hasil perkebunan kelapa terbesar di Kabupaten Indragiri Hilir dengan luas areal perkebunan 900 hektar dengan usia kelapa pada kisaran 15 – 30 tahunan dengan produksi kelapa rata-rata per hektar adalah 1.391 kg. Namun, salah satu bagian kelapa yang belum dimanfaatkan adalah tandan bunga. Hal ini karena tandan bunga tidak memiliki nilai ekonomis seperti daging buah, air dan tempurungnya. Di sisi lain, tandan bunga tersebut bisa dimanfaatkan menjadi alternatif sumber bahan bakar untuk menghasilkan listrik sehingga dapat memenuhi kebutuhan listrik di Desa Sungai Undan [10].

Berdasarkan salah satu penelitian mengungkapkan bahwa 1 hektar lahan dapat ditanami 116 pohon kelapa [11]. Satu pohon kelapa dapat ditumbuhi tandan bunga sebanyak 13,29 buah/tahun tandan bunga ini jika dimanfaatkan maka akan dapat menghasilkan nira dengan produksi nira/tandan/hari sebanyak 2,17 liter [12]. Maka dari itu, total potensi nira yang dapat dihasilkan/pohon/hari adalah sebesar 35.487,9264 liter [13]. Nira pada kelapa dapat dijumpai pada tandan kelapa yang masih tertutup dengan bentuk seperti cairan bening. Nira yang dihasilkan dari pohon kelapa masih memiliki kandungan glukosa dan zat kimia yang dapat dimanfaatkan menjadi bio-etanol. Kandungan tersebut antara lain, total glukosa 99,675%, protein 0,001%, lipid 0,322%, dan kandungan lainnya sebesar 0,002% [14].

Bio-etanol adalah etanol yang dihasilkan dari bahan tanaman. Bio-etanol dengan kadar 95-hampir 100% dapat dimanfaatkan sebagai pengganti luar biasa, kadar 80% digunakan untuk sanitasi alat-alat kesehatan, kadar 40% dapat dimanfaatkan sebagai substituen minyak lampu, dan kadar 20% digunakan sebagai unsur untuk kombinasi pewangi. Bio-etanol dikenal sebagai bahan bakar yang tidak berbahaya bagi ekosistem, karena bersih dari aliran racun yang keluar[15]. Bio-etanol dapat diproduksi menggunakan komponen tanaman mentah yang mengandung pati seperti singkong, ubi, jagung, sagu, dan tetes tebu [16].

Penelitian terkait bio-etanol sudah banyak dilakukan, di antaranya penelitian yang membahas mengenai pengolahan bio-etanol dengan menggunakan bahan baku nira kelapa melalui proses fermentasi [17], penelitian lain yang membahas mengenai pembuatan bio-etanol dari nira aren dengan metode fermentasi melalui proses eksperimen [18], serta penelitian lain juga yang membahas mengenai pemanfaatan bio-etanol menjadi bahan bakar campuran pada bahan bakar jenis premium [16].

Dari beberapa penelitian terkait di atas, masih terfokus kepada pengolahan nira dari kelapa dan pemanfaatannya sebagai bahan bakar, namun belum menyentuh aspek teknis untuk diubah menjadi energi listrik dan perhitungan ekonomisnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi bio-etanol dari nira kelapa dan energi listrik yang dapat dihasilkan dari campuran bahan bakar bio-etanol dengan Dextrin pada diesel serta perhitungan ekonomis apabila menyubstitusi pemakaian bahan bakar menjadi campuran bio-etanol. Penelitian ini menggunakan metode fermentasi dan destilasi dengan menggunakan aplikasi *Superpro Designer*. Hasil yang diperoleh dari simulasi tersebut digunakan untuk menghitung potensi energi listrik yang dapat dihasilkan dari bio-etanol nira kelapa menggunakan persamaan matematis. Harapannya hasil yang diperoleh ini dapat menjadi bahan rujukan untuk mengembangkan potensi nira kelapa menjadi sumber bahan bakar campuran untuk memenuhi kebutuhan listrik di desa tersebut.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang ada di suatu tempat. Setelah pengidentifikasian masalah rampung maka selanjutnya dilakukan studi literatur terkait identifikasi masalah yang sudah dilakukan. Jika dirasa

masalah dan literatur sudah terpenuhi maka dilakukan pengumpulan data pendukung untuk penelitian hingga didapat hasil awal penelitian. Sebelum lebih jauh, maka dilakukan verifikasi apakah penelitian ini layak dan dapat dilanjutkan atau tidak. Hasil awal yang sudah didapat kemudian diolah Kembali untuk mendapatkan hasil dari tujuan penelitian ini dan kemudian dianalisa. Dari semua permasalahan dan hasil yang didapat maka dapat ditarik sebuah kesimpulan. Dalam menunjang penelitian ini diperlukan data pendukung dan parameter proses di antaranya sebagai berikut.

A. Pengumpulan Data dan Parameter Proses

Tahapan pengumpulan data dan parameter proses dilakukan dengan cara pengumpulan data sekunder dari *literatur review*. Dilakukan pengajian ulang untuk kemudian didapat data-data yang kiranya dibutuhkan untuk mendukung penelitian ini. Adapun parameter proses digunakan sebagai data pendukung dan pembanding karakteristik antara bahan bakar dextrin dan etanol.

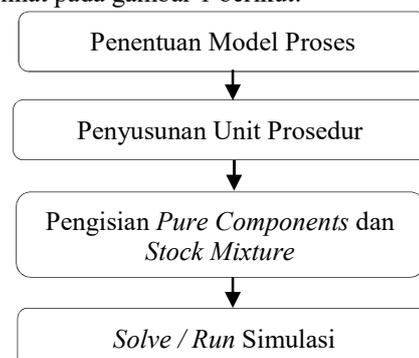
B. Perhitungan Potensi Bio-etanol Nira Kelapa

1. Alur Pembuatan Bio-etanol Nira Kelapa dengan Aplikasi *Superpro Designer* v8.5

Perhitungan potensi bio-etanol nira ini dilakukan dengan metode fermentasi dan destilasi dengan menggunakan aplikasi *Superpro Designer* v8.5. Pada mulanya istilah fermentasi digunakan untuk menunjukkan proses perubahan glukosa menjadi alkohol yang berlangsung secara anaerob. Namun, kemudian istilah fermentasi berkembang lagi menjadi seluruh perombakan senyawa organik yang dilakukan mikroorganisme yang melibatkan enzim yang dihasilkan. Dengan kata lain, fermentasi adalah perubahan struktur kimia dari bahan-bahan organik dengan memanfaatkan agen-agen biologis terutama enzim sebagai bio-katalis. Produk fermentasi dapat digolongkan menjadi 4 jenis:

1. Produk biomassa
2. Produk enzim
3. Produk metabolit
4. Produk transformasi [19]

Destilasi sederhana atau destilasi biasa adalah teknik pemisahan kimia untuk memisahkan dua atau lebih komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang jauh. Suatu campuran dapat dipisahkan dengan destilasi biasa ini untuk memperoleh senyawa murni [20]. Senyawa yang terdapat dalam campuran akan menguap saat mencapai titik didih masing-masing. Adapun tahapan simulasi dengan aplikasi ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Alur Pembuatan Bio-etanol di Aplikasi *Superpro Designer*

Adapun tahapan dalam pembuatan simulasi dengan aplikasi *Superpro Designer* v.8.5 meliputi penentuan unit fisik, pendefinisian komponen yang digunakan, penentuan unit prosedur, penentuan laju aliran masukan dan keluaran serta penentuan operasi dan masih banyak lagi.

2. Penentuan Model Proses

Model proses di sini merupakan proses yang dilakukan setelah penentuan nilai komponen murni. Dalam aplikasi *Superpro Designer* sendiri memiliki 2 pilihan proses yang ada di antaranya *batch* dan *continuous*. Adapun proses yang digunakan dalam simulasi ini adalah dengan proses *batch*. Alasan pemilihan jenis proses ini karena penggunaan siklus dalam proses ini. *Scheduling* yang dilakukan juga digunakan metode manual dan dilakukan di saat pengaturan awal aplikasi *Superpro Designer*.

3. Penyusunan Unit Prosedur

1. Fermentasi

Unit prosedur yang digunakan pada tahapan ini adalah fermentor, yakni sebuah unit yang menggambarkan reaksi stoikiometri yang terjadi di *stirred-jacketed vessel*. Reaksi ini juga bekerja dalam proses *batch* serta ukuran tangki dapat diatur sesuai dengan volume bahan yang diolah di dalam proses. Sedangkan unit operasi yang digunakan adalah *Ferment (Batch Stoich,fermentation)*.

2. Heat Exchanger

Unit prosedur pada tahapan ini dilakukan guna menaikkan temperatur dengan menggunakan komponen *electric heat*. Unit operasi yang digunakan adalah *Electric Heat*.

3. Destilasi

Unit ini melakukan *fraksinasi multistage* yang dilakukan dengan berdasar pada selisih *votality*. Adapun model yang digunakan dalam tahapan ini ialah model *shortcut*. Unit operasi yang digunakan adalah *Distil*.

4. Pengisian *Pure Components* dan *Stock Mixture* pada aplikasi *Superpro Designer*

TABEL 1. PURE COMPONENTS NIRA KELAPA [10]

No	Komponen	Kandungan (%)
1	Glukosa	99,6750
2	Protein	0,0010
3	Lemak	0,3220
4	Lain-lain	0,0020

TABEL 2. PENENTUAN NILAI STOCK MIXTURE

No	Komponen	Kandungan (Kg/Batch)
1	Udara	100
2	Air	100

C. Perhitungan Matematis

Adapun perhitungan matematis di sini meliputi:

1. Potensi Energi dan Daya Listrik

Potensi energi dan daya listrik di sini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan matematis:

$$\text{Energi Listrik} = \text{Volumetric flow} \times \text{LHV} \quad (1)$$

Dengan:

Energi Listrik : Energi *output* yang dihasilkan sumber biomassa (kWh/Hari)

Volumetric Flow : Laju Aliran Volume (Gal)

Low Heating Value : Kalor Saat air dan hidrogen dalam fasa uap (KJ/kg) (1 KJ/Kg = 0,000277778 kWh)

Perhitungan Potensi daya juga dapat dilakukan dengan rumus:

$$\text{Potensi Daya} = \text{Energi Listrik} / 24 \text{ Jam} \quad (2)$$

2. Jumlah Konsumsi Bahan Bakar

$$\text{Jumlah Konsumsi} = \text{Energi Listrik} / \text{LHV} \quad (3)$$

3. Menghitung Pengeluaran Biaya Untuk Bahan Bakar

$$\text{Pengeluaran} = \text{Total konsumsi BB} \times \text{waktu operasi} \times \text{harga BB} \quad (4)$$

Dengan:

Waktu operasi : Waktu Pemakaian Mesin (24 jam)

Harga Bahan Bakar : Harga bahan bakar yang dipakai (Rp)

4. Menghitung Penghematan Biaya

Perhitungan penghematan biaya apabila beralih pada bahan bakar campuran dexlite dan bio-etanol dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Penghematan Biaya} = \text{Harga solar/hari} - \text{Harga Tiap Persentasi Dexlite} \quad (5)$$

Pencampuran bahan bakar Dexlite dan Etanol disimbolkan sebagai berikut:

Dexlite 50% dan Etanol 50% = D50E50

Dexlite 60% dan Etanol 40% = D60E40

Dexlite 70% dan Etanol 30% = D70E30

Dexlite 80% dan Etanol 20% = D80E20

Dexlite 90% dan Etanol 10% = D90E10

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Setelah dilakukan *literatur review* maka didapatkan data-data pendukung yang diperlukan untuk penelitian ini. Data-data tersebut adalah sebagai berikut.

TABEL 3. DATA PERKEBUNAN KELAPA KABUPATEN INDRAGIRI HILIR [10]

No	Variabel	Jumlah
1	Luas Lahan	900ha
2	Total Pohon Kelapa	104.400 pohon
3	Total Produksi Kelapa	1.392 kg/ha

TABEL 4. DATA KEBUTUHAN LISTRIK DESA SUNGAI UNDAH TAHUN 2020 [10]

No	Sektor	Kebutuhan Listrik (24 jam)
1	Rumah Tangga	933,8 kWh

2	Fasilitas Umum	25,47 kWh
	Total	959,27 kWh

TABEL 5. KANDUNGAN PADA NIRA KELAPA [13]

No	Komponen	Persentase
1	Glukosa	99,6750
2	Protein	0,0010
3	Lemak	0,3220
4	Lain-lain	0,0020

TABEL 6. DAFTAR HARGA BAHAN BAKAR [21]

No	Jenis Bahan Bakar	Harga
1	Solar	Rp9.700,00
2	Dexlite	Rp9.900,00

B. Parameter Proses

TABEL 7. NILAI KARAKTERISTIK BAHAN BAKAR CAMPURAN [22]

Fuel % Composition by Volume	Cetane Index	LHV (Kj/Kg)	Densitas (g/m3)
90% dexlite + 10% etanol	47,6	41.400	834,2
80% dexlite + 20% etanol	46,65	39.800	841,9
70% dexlite + 30% etanol	45,7	38.200	840,7
60% dexlite + 40% etanol	44,4	36.600	836
50% dexlite + 50% etanol	43,1	35.000	833,3

TABEL 8. PERBANDINGAN SPESIFIKASI DEXLITE DAN ETANOL [22]

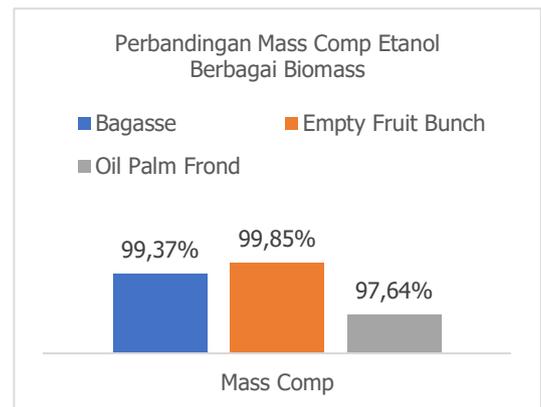
Properties	Dexlite	Etanol
Densitas pada suhu 20C (kg/m3)	837	788
Nilai Cetana	50	5-8
Viktositas pada 40C (mm2/s)	2,6	1,2
Surface Tension at 20C (N/m)	0,023	0,015
LHV (MJ/kg)	43	26,8
Specific heat capacity (J/kgC)	1.850	2.100
Boiling point	180-360	78
Oxygen (% weight)	0	34,8

Latent heat of evaporation (kJ/kg)	250	840
Bulk Modulus of elasticity (bar)	16.000	13.200
Stoichiometric air-fuel ratio	15.0	9.0
Molecular weight	170	46

C. Simulasi dan Verifikasi

Tahapan simulasi dengan aplikasi *Superpro Designer* dilakukan dengan melakukan *solve* pada *tools* yang telah tersedia. Adapun *shortcut* lain yang dapat dilakukan untuk *run* simulasi ialah dengan menekan tombol F9.

Gambar 2. Perbandingan Mass Comp



Etanol Berbagai Biomass

Verifikasi hasil simulasi tersebut dilakukan dengan cara melihat apakah etanol yang dihasilkan oleh biomassa tersebut memenuhi standar untuk dijadikan bahan bakar yakni melebihi 95,5%. Jika hasil yang menjadi *output* di atas nilai tersebut, maka bahan bakar tersebut dapat dikatakan layak untuk digunakan. Verifikasi juga dilakukan dengan membandingkan penelitian terkait yang pernah dilakukan sebelumnya dengan metode yang sama dengan menggunakan aplikasi *Superpro Designer*, yakni penelitian [23] mengenai perbandingan hasil etanol dari berbagai biomassa lignoselulosa yakni EPB dan OPF. Penelitian tersebut menjadi data perbandingan untuk verifikasi penelitian ini. Dengan metode serupa, diperoleh hasil *mass comp* kurang lebih sama yakni 99,37% untuk *Bagasse*, 99,85% untuk EPB dan 97,64% untuk OPF.

D. Potensi Bio-etanol Nira Kelapa

Dengan luas lahan sebesar 900ha dan asumsi 1 hektar lahan dapat ditanami sebanyak 116 pohon kelapa dan 1 pohon kelapa didapati 1 buah tandan bunga maka didapatkanlah hasil maka jumlah tandan kelapa yang terdapat pada desa tersebut adalah sebanyak 104.400 buah tandan bunga kelapa. Dengan satu buah tandan kelapa dapat menghasilkan nira sebanyak 2,17 L maka total potensi nira yang dapat dihasilkan/pohon/hari adalah sebesar 35.487,9264 liter.

Dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *Superpro Designer* dengan *input* biomassa berupa nira sawit dengan volume 35.487,9264 liter /hari dengan spesifikasi kadar glukosa 99,675%, protein 0,0010%, lemak 0,3220%, dan lain-

lain 0,0020% fruktosa, maka menghasilkan *volumetric flow* sebesar 20.570,5980 L/Hari atau sebanyak 16.229,73 Kg dengan kandungan etanol sebesar 96,37% dan memenuhi standar.

TABEL 9. POTENSI BIO-ETANOL DARI NIRA KELAPA [22]

No	Komponen	Total
1	Luas Lahan	900ha
2	Tandan Bunga	104.400 buah
3	Nira Kelapa	35.487,9264 L/hari
4	Bio-etanol	20.570,5980 L/hari

E. Potensi Energi Listrik dan Potensi Daya dari Bio-etanol Nira Kelapa

Untuk konversi menjadi energi listrik, maka kita akan menghitung potensi tersebut dengan persamaan (1). Karena kita juga mengasumsikan bahan bakar yang nantinya dipakai adalah bahan bakar yang sudah dicampur antara etanol dan Dexlite, maka berdasarkan data kandungan LHV sesuai data pada bagian metode penelitian, perhitungan energi listrik yang dihasilkan menjadi

- D50E50 = 153.370,95 kWh/hari
- D60E40 = 160.382,2 kWh/hari
- D70E30 = 167.393,4 kWh/hari
- D80E20 = 174.404,3 kWh/hari
- D90E10 = 181.415,9 kWh/hari



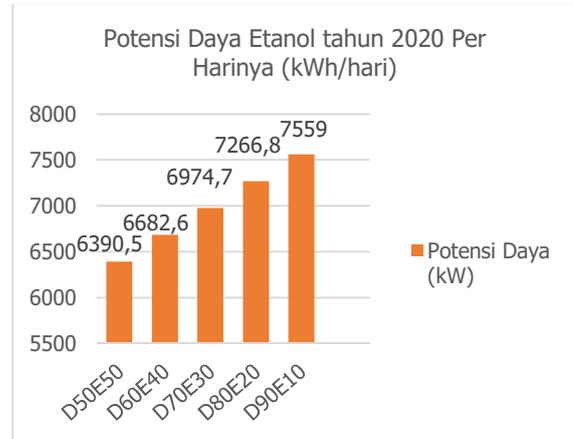
Gambar 3. Grafik Energi Listrik Etanol D50E50, D60E40, D70E30, D80E20, dan D90E10

Dengan persamaan tersebut diperoleh nilai energi listrik dari D50E50 sebesar 153.370,95 kWh/hari, D60E40 sebesar 160.382,2 kWh/hari, D70E30 sebesar 167.393,4 kWh/hari, D80E20 sebesar 174.404,3 kWh/hari, dan D90E10 diperoleh energi listrik sebesar 181.415,9 kWh/hari.

Setelah kita mendapatkan hasil dari energi listrik yang dihasilkan oleh etanol nira kelapa, maka kita dapat menghitung potensi daya berdasarkan persamaan (2)

D50E50 = 6.390,5 kW

- D60E40 = 6.682,6 kW
- D70E30 = 6.974,7 kW
- D80E20 = 7.266,8 kW
- D90E10 = 7.559 kW



Gambar 4. Grafik Potensi Daya Etanol D50E50, D60E40, D70E30, D80E20, dan D90E10

Untuk potensi daya sendiri, dengan persamaan (2) dapat dihasilkan daya pada D50E50 sebesar 6.390,5 kW, D60E40 sebesar 6.682,6 kW, D70E30 sebesar 6.974,7 kW, D80E20 sebesar 7.266,8 kW, dan pada D90E10 sebesar 7.559 kW.

Dapat dilihat bahwa dengan *input* bahan baku berupa nira kelapa dengan volume 35487.9264 liter /hari dapat menghasilkan energi listrik sebesar 153.370,95 kWh/hari untuk D50E50, 160.382,2 kWh/hari untuk D60E40, 167.393,4 kWh/hari untuk D70E30, 174.404,3 kWh/hari untuk D80E20, dan 181.415,9 kWh/hari untuk D90E10 dengan potensi daya 6.390,5 kW untuk D50E50, 6.682,6 kW untuk D60E40, 6.974,7 kW untuk D70E30, 7.266,8 kW untuk D80E20, dan 7.559 kW untuk D90E10. Dari hasil tersebut, apabila kita memanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan beban yang ada di Desa Sungai Undan yakni sebesar 959,27 kWh tersebut, berdasarkan hasil data yang ada pada bagian metode penelitian, maka kebutuhan beban di desa tersebut dapat tercukupi.

F. Perhitungan Ekonomi Apabila Mensubstitusi dengan Bahan Bakar Campuran

Kebutuhan Listrik Desa Sungai Undan per harinya adalah sebesar 959,27 kWh dengan menggunakan bahan bakar solar. Nilai LHV dari bahan bakar solar adalah sebesar 43.400 KJ/Kg. Dengan 1 kWh energi listrik sama dengan 3600 kJ, maka jumlah konsumsi bahan bakar solar dapat dicari dengan menggunakan persamaan (3).

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Konsumsi} &= 959,27 \text{ kWh} \times 3600 / 43.400 \text{ kJ/Kg} \\
 &= 3.453.372 \text{ kJ} / 43.400 \text{ kJ/Kg} \\
 &= 79,57 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Untuk mengonversi kg menjadi liter maka hasil tersebut dapat dikali dengan nilai massa jenis dari solar, yakni sebesar 0,832 Kg/L, sehingga

$$= 79,57 \text{ Kg} / 0,832 \text{ Kg/L}$$

$$= 95,63 \text{ L/hari}$$

Maka dengan menggunakan campuran bahan bakar etanol konsumsi dari solar dapat menurun. Di sini etanol dapat dicampur dengan bahan bakar Dexlite. Jika diketahui total bahan bakar yang dibutuhkan adalah 95,63 liter maka dengan penambahan ini total konsumsi dapat dicari dengan cara berikut:

$$\begin{aligned} D50E50 &= 50\% \times 95,63 \text{ L} \\ &= 47,8 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D60E40 &= 60\% \times 95,63 \text{ L} \\ &= 57,38 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D70E30 &= 70\% \times 95,63 \text{ L} \\ &= 66,94 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D80E20 &= 80\% \times 95,63 \text{ L} \\ &= 76,5 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D90E10 &= 90\% \times 95,63 \text{ L} \\ &= 86,1 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

TABEL 10. JUMLAH BAHAN BAKAR YANG DIPERLUKAN

No	Jenis Bahan Bakar	Total (L/hari)
1	Solar	95,63
2	Dexlite 50%	47,8
3	Dexlite 60%	57,38
4	Dexlite 70%	66,94
5	Dexlite 80%	76,5
6	Dexlite 90%	86,1

Jika kita menghitung analisis dari segi ekonominya, maka penggunaan bahan bakar solar lebih mahal jika dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar etanol maupun dengan bahan bakar campuran Dexlite dan etanol. Berdasar pada total konsumsi bahan bakar dan daftar harga bahan bakar pada saat ini, maka kita dapat melakukan perhitungan ekonomisnya dengan persamaan (4). Maka total pengeluaran untuk bahan bakar produksi untuk tiap jenis bahan bakar adalah sebagai berikut:

$$\text{Genset Bahan Bakar Solar} = \text{Rp}22.262.664/\text{hari}$$

$$\text{Genset Bahan Bakar D50E50} = \text{Rp}11.357.280/\text{hari}$$

$$\text{Genset Bahan Bakar D60E40} = \text{Rp}13.633.488/\text{hari}$$

$$\text{Genset Bahan Bakar D70E30} = \text{Rp}15.904.944/\text{hari}$$

$$\text{Genset Bahan Bakar D80E20} = \text{Rp}18.176.400/\text{hari}$$

$$\text{Genset Bahan Bakar D90E10} = \text{Rp}20.457.360/\text{hari}$$

Maka jika beralih dari penggunaan bahan bakar solar menjadi bahan bakar campuran Dexlite dan bio-etanol selain dapat menggunakan listrik selama 24 jam, penghematan biaya yang didapatkan juga sangat

signifikan. Perhitungan penghematan biaya apabila beralih pada bahan bakar campuran Dexlite dan bio-etanol dapat dicari dengan menggunakan persamaan (5):

$$D50E50 = \text{Rp}10.905.384$$

$$D60E40 = \text{Rp}8.629.176$$

$$D70E30 = \text{Rp}6.357.670$$

$$D80E20 = \text{Rp}4.086.264$$

$$D90E10 = \text{Rp}1.805.304$$

TABEL 11. HASIL PERHITUNGAN EKONOMI

No	Jenis Bahan Bakar	Total Pengeluaran (Rp/hari)	Total Penghematan Biaya (Rp/hari)
1	Solar	22.262.664	-
2	D50E50	11.357.280	10.905.384
3	D60E40	13.633.488	8.629.176
4	D70E30	15.904.944	6.357.670
5	D80E20	18.176.400	4.086.264
6	D90E10	20.457.360	1.805.304

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwasanya jika menggunakan bahan bakar campuran Dexlite dan etanol ini terbukti dapat menghemat biaya pengeluaran yang cukup signifikan untuk pemenuhan energi listrik di desa tersebut. Penggunaan bahan bakar campuran pada D50E50 dapat menghemat biaya sebesar Rp10.905.384, pada D60E40 dapat menghemat biaya sebesar Rp8.629.176, penghematan biaya sebesar Rp6.357.670 untuk campuran bahan bakar D70E30, sebesar Rp4.086.264 biaya yang dapat dihemat jika menggunakan campuran bahan bakar D80E20, dan pada bahan bakar campuran D90E10 dapat menghemat biaya sebesar 1.805.304. Maka dari beberapa hasil yang didapat terbukti bahwa bio-etanol dari nira kelapa ini dapat menjadi sumber energi listrik baru untuk desa tersebut.

TABEL 12. HASIL PENELITIAN

No	Variabel	Nilai
1	Luas Lahan	900ha
2	Tandan Bunga	104.400 buah
3	Nira Kelapa	35.487,9264 L/hari
4	Bio-etanol	20.570,5980 L/hari
5	Potensi Energi Listrik	D50E50 = 153.370,95 kWh/hari D60E40 = 160.382,2 kWh/hari D70E30 = 167.393,4 kWh/hari D80E20 = 174.404,3 kWh/hari D90E10 = 181.415,9 kWh/hari

6	Potensi Daya Listrik	D50E50 = 6.390,5 Kw D60E40 = 6.682,6 Kw D70E30 = 6.974,7 Kw D80E20 = 7.266,8 Kw D90E10 = 7.559 kW
7	Total Penghematan Biaya dari Berbagai Jenis Bahan Bakar	D50E50= Rp10.905.384 D60E40= Rp8.629.176 D70E30= Rp6.357.670 D80E20= Rp4.086.264 D90E10= Rp1.805.304

IV. KESIMPULAN

Dari hasil yang telah diperoleh, dapat disimpulkan bahwa dengan luas lahan sebesar 900ha dan asumsi 1 hektar lahan dapat ditanami sebanyak 116 pohon kelapa dan 1 pohon kelapa didapati 1 buah tandan bunga maka jumlah tandan kelapa yang terdapat pada desa tersebut adalah sebanyak 104.400 buah tandan bunga kelapa. Dengan satu buah tandan kelapa dapat menghasilkan nira sebanyak 2,17 L maka total potensi nira yang dapat dihasilkan/pohon/hari adalah sebesar 35.487,9264 liter. Pengolahan 35.487,9264 liter nira kelapa dengan metode fermentasi dan distilasi, dengan menggunakan aplikasi *Superpro Designer* maka dapat menghasilkan etanol dengan jumlah *volumetric flow* 20.570,5980 L/Hari dengan kandungan etanol sebesar 96,37% dan memenuhi standar. Energi listrik yang dapat dihasilkan dari etanol nira kelapa ini juga cukup tinggi yakni sebesar 153.370,95 kWh/hari untuk campuran bahan bakar D50E50 dengan potensi daya sebesar 6.390,5 kW, sedangkan untuk D60E40 energi listriknya sebesar 160.382,2 kWh/hari dengan potensi dayanya sebesar 6.682,6 Kw, untuk D70E30 energi yang dihasilkan adalah sebesar 167.393,4 kWh/hari dengan potensi daya sebesar 6.974,7 kW, pada D80E20 energi yang dapat dihasilkan adalah sebesar 174.404,3 kWh/hari dengan potensi dayanya sebesar 7.266,8 kW, dan untuk D90E10 jumlah energi yang dapat dihasilkan adalah sebesar 181.415,9 kWh/hari dengan potensi dayanya sebesar 7.559 kW. Dengan kebutuhan beban listrik di Desa Sungai Undan tersebut sebesar 959,27 kWh per harinya maka jenis bahan bakar campuran D50E50 dan etanol yang paling efektif dan efisien adalah D50E50. Jenis bahan bakar ini mampu menghasilkan energi listrik sebesar 153.370,95 kWh/hari dan mampu menghemat biaya penggunaan bahan bakar sebesar Rp10.905.384,00. Maka jenis bahan bakar D50E50 ini selain dapat memenuhi kebutuhan listrik pada desa tersebut dapat pula menghemat biaya pemakaian listrik selama 24 jam ditambah lagi langkah ini juga dapat menjadi salah satu cara untuk mengurangi emisi dengan pengurangan pemakaian bahan bakar fosil.

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. Larasati S, "Analisis Efisiensi Alokatif Faktor-Faktor Produksi dan Pendapatan Usahatani Padi (*Oryza sativa* L.) (Studi Kasus di Desa Sambirejo, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun)," Malang, 2012.

[2] Kementerian Pertanian Republik Indonesia, *Statistik Ketenagakerjaan Sektor Pertanian Februari 2021*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal - Kementerian Pertanian 2021, 2021.

[3] N. Putriana A K, "Analisis Balanced Scorecard Kinerja Kud Jatinom Berbasis Susu Sapi Perah, Kecamatan Jatinom, Kabupaten Klaten," 2016. Accessed: Mar. 14, 2022. [Online]. Available: <https://eprints.uns.ac.id/25066/>

[4] Direktorat Jenderal Perkebunan, "Produksi Perkebunan Rakyat Menurut Jenis Tanaman (ribu ton) 2000-2018*," 2018. <https://www.bps.go.id/dynamic/table/2018/06/27/1476-produksi-perkebunan-rakyat-menurut-jenis-tanaman-ribu-ton-2000-2018-.html> (accessed Mar. 14, 2022).

[5] D. Natalia Edowai, Y. Rifo Kristofel Makalew, J. Teknik Pertanian dan Biosistem, F. Teknologi Pertanian Unipa Jl Gunung Salju amban, J. Teknologi Hasil Pertanian, and F. Teknologi Pertanian Unipa, "Pengembangan dan Uji Kinerja Prototipe Mesin Parut Kelapa Tipe Silinder Bertenaga Motor Listrik Development and Performance Test of Prototype of Coconut Grater Machine Powered by Electric Motor." *Agritechnology*, vol. 4, no. 1, 2021, doi: 10.51310/agritechnology.v4i1.70.

[6] Direktorat Jenderal Perkebunan, *Statistik Perkebunan Indonesia*. Jakarta: Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian, 2016.

[7] T. Priyandono, "Analisis Perbandingan Fraksi Volume Filler-Matriks terhadap Sifat Mekanik pada Komposit Serat Sabut Kelapa," Kalimantan Timur, 2021.

[8] Badan Pusat Statistik, *Luas Areal Perkebunan Kelapa Dalam dan Produksi, Rata-rata Produksi Per Ha Kelapa Dalam di Kabupaten Indragiri Hilir*. 2015.

[9] Kabupaten Indragiri Hilir, *Rencana Terpadu Program Investasi Infrastruktur Jangka Menengah (RPI2-JM)*. Tembilahan: Kabupaten Indragiri Hilir, 2021.

[10] A. Syamsudin, "Analisis Sistem Konversi Energi Biomassa Sabut Kelapa Menggunakan Siklus Rankine (Studi kasus: Desa Sungai Undan INHIL)," Pekanbaru, 2021.

[11] Balai Penelitian Tanaman Palma, "Jarak dan Sistem Tanam Baru Untuk Kelapa," May 2011, Accessed: Feb. 28, 2022. [Online]. Available: <https://balitka.litbang.pertanian.go.id/jarak-dan-sistem-tanam-kelapa-baru/>

[12] Balai Penelitian Tanaman Palma, "Kelapa Dalam Lampanah," May 2017, Accessed: Feb. 28, 2022. [Online]. Available: <https://balitka.litbang.pertanian.go.id/kelapa-dalam-lampanah/>

[13] N. Mashud and Y. Matana, "Kelapa Genjah Sebagai Sumber Nira Untuk Pembuatan Gula," *Balai Penelitian Tanaman Palma, Manado*, pp. 179-184.

[14] B. Santosa, B. Penelitian, and T. Palma, "Kelapa Genjah Sebagai Sumber Gula Dan Potensi Pengembangan Dwarf Coconut As Sugar Source And Development Potential," vol. 17, no. 1, pp. 76-83, 2018, doi: 10.21082/psp.v17n1.2018.

[15] R. R. A. Wulandari and B. Utami, "Pembuatan Bio-etanol dari Air Kelapa Tua Menggunakan Proses Fermentasi," pp. 147-152, 2015, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/307588162>

[16] L. Ode and M. A. Wahid, "Pemanfaatan Bio-Ethanol Sebagai Bahan Bakar Kendaraan Berbahan Bakar Premium."

[17] A. H. Mulyadi and T. Wibowo, "Bio-etanol Nira Sebagai Bahan Bakar Ramah Lingkungan," *Seminar Nasional Lingkungan Hidup*.

[18] E. Simanjuntak and M. Peratenta Sembiring, "Pembuatan Bio-etanol dari Nira Aren Secara Fermentasi Menggunakan Yeast *Saccharomyces cerevisiae* dengan Variasi Konsentrasi Inokulum dan Waktu Fermentasi," 2015.

[19] P. Konsentrasi Susu Skim dan Waktu Fermentasi Dewi Astuti, dan D. Andang Arif W, D. Astuti Herawati, dan D. Andang Arif Wibawa, F. Biologi, and U. Setia Budi Jl Letjend Sutoyo Mojosongo, "Pengaruh Konsentrasi Susu Skim Dan Waktu Fermentasi Terhadap Hasil Pembuatan Soyghurt."

[20] Walangare, Lumenta, Wuwung, and Sugiarso, "Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum Dengan Proses Destilasi Sederhana