

Pembuatan dan pemanfaatan bioetanol kulit nanas sebagai campuran bahan bakar RON 90 guna meningkatkan unjuk kerja mesin motor bensin Supra X 125 FI.

Lubalu, Antonius.F¹⁾, Sutrisno, Teng²⁾, Anggono, Willyanto³⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra ^{1,2)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia ^{1,2)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2)}

E-mail : m24414083@john.petra.ac.id¹⁾, tengsutrisno@petra.ac.id²⁾, willyantoanggono@petra.ac.id³⁾

Abstrak. Bioetanol merupakan biofuel yang berfungsi seperti bahan bakar bensin yang diproduksi dari fermentasi glukosa kemudian dilanjutkan dengan proses destilasi. Dari studi literatur dalam limbah kulit nanas mengandung gula sederhana seperti sukrosa, glukosa dan fruktosa yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk fermentasi alkohol. Dari hasil fermentasi alkohol akan di destilasi sampai mendapatkan kadar alkohol 90%. Penelitian ini bertujuan untuk pembuatan dan pemanfaatan bioetanol kulit nanas sebagai campuran bahan bakar RON 90 guna meningkatkan unjuk kerja mesin motor bensin Supra X 125 FI. Pembuatan bioetanol kulit nanas dilakukan dengan proses fermentasi 12 hari dan proses destilasi sebanyak empat kali sampai kadar mencapai 90%. Kemudian dilakukan pengujian karakteristik bahan bakar dengan parameter bilangan oktan riset, kandungan timbal(Pb), Distilasi 90% volume penguapan, dan berat jenis (pada suhu 15⁰) dan flash point. Hasil pengujian karakteristik bahan bakar menunjukkan bahwa campuran B10 merupakan campuran terbaik. Setelah itu dilakukan pengujian dinamometer di dapati peningkatan performa mesin pada penggunaan bahan bakar B10 berupa daya 1.02% dan torsi 1.1% secara keseluruhan jika dibandingkan dengan performa mesin menggunakan bahan bakar G100. Jadi pada penggunaan bahan bakar B10 meningkatkan performa mesin.

Kata Kunci:

Bioetanol ; energi terbarukan ; kulit nanas.

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang luas dengan kebutuhan transportasi yang tinggi. Setiap tahunnya, terjadi peningkatan jumlah kendaraan yang disusul dengan peningkatan kebutuhan bahan bakar fosil, sementara itu bahan bakar fosil merupakan sumber daya tak terbarukan. Menurut Dewan Energi Nasional (2014), untuk sumber daya tak terbarukan memiliki potensi cadangan sebanyak 3,85 miliar barel pada tahun 2013(1). Dari data ini akan mengalami penurunan angka dikarenakan sumber daya tak terbarukan akan terus berkurang dari waktu ke waktu, untuk mengantisipasi situasi ini dimanfaatkan *biofuel* berupa bioetanol. Bioetanol merupakan biofuel yang berfungsi seperti bahan bakar bensin, bioetanol diproduksi dari fermentasi glukosa kemudian dilanjutkan dengan proses distilasi. Nanas merupakan tanaman yang menyumbang 7 % dari total produksi buah di Indonesia (1,4 juta ton) dan untuk produksi di daerah jawa timur menyumbang sebanyak 11 % dari produksi total buah nanas di Indonesia pada tahun 2012 (2). Limbah kulit nanas berpotensi sebagai bahan pembuatan bioetanol. Sekitar 35% dari total limbah buah nanas salah satu limbah yang berpotensi adalah limbah kulit nanas. Dalam limbah nanas mengandung komponen nutrisi berharga dari gula sederhana seperti sukrosa, glukosa dan fruktosa (3). Bahan baku yang dapat digunakan untuk fermentasi alkohol adalah tanaman yang mengandung glukosa (4). Setelah dilakukan fermentasi dapat dilakukan proses distilasi. Sistem distilasi efektif untuk memisahkan produk etanol yang sangat murni dari kandungan airnya (5). Dari kandungan pada bioetanol ini jika dicampurkan pada bahan bakar RON 90 akan meningkatkan angka RON yang berimbas pada peningkatan unjuk kerja motor bensin, untuk itu dilakukan penelitian mengenai pembuatan dan pemanfaatan bioetanol kulit nanas sebagai campuran bioetanol dan bahan bakar RON 90 guna meningkatkan unjuk kerja mesin motor bensin Supra X 125 FI.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Pembuatan bioetanol kulit nanas dengan target kadar bioetanol 90%

2. Pemanfaatan bioetanol kulit nanas sebagai campuran bahan bakar RON 90 guna meningkatkan performa pada mesin motor bensin Supra X 125 FI.

1.3 Manfaat Penelitian

Bagi Industri ,hasil dari penelitian berupa bioetanol dari kulit nanas dapat dijadikan alternatif dalam pembuatan bahan bakar alternatif sehingga industri dapat memanfaatkan limbah kulit nanas.

1.4 Hasil Perbandingan penelitian yang sudah pernah dilakukan

Dari hasil penelitian sebelumnya berupa *core* dan kulit nanas yang diteliti. "*Pineapples were obtained from a local market in Norwich, UK. For analytical purpose, the pineapple was divided into four parts: crown (the top part), skin, pulp and core (the inner part). In this study only skin and core were used for fermentation tests.*"(6) sementara dalam penelitian digunakan kulit nanas sebagai bahan utama pembuatan bioetanol. Penelitian di jurnal terdahulu juga menggunakan proses fermentasi tetapi tidak menggunakan proses distilasi melainkan menggunakan proses hidrolisis. Tujuan akhir dari jurnal terkait, adalah menjadikan *core* dan kulit nanas sebagai bioetanol sedangkan penelitian ini akan membuat bioetanol dari kulit nenas dan mencampurkan bioetanol dengan bahan bakar RON 90 guna meningkatkan unjuk kerja mesin motor bensin Supra X 125 FI.

2 Metode Penelitian

2.1 Studi literatur

Pengumpulan data dan jurnal sebagai penunjang dalam melakukan penelitian. Data dan jurnal yang dicari berkaitan dengan bahan bakar secara umumnya, bahan bakar alternatif, data tentang potensi nanas di indonesia, dasar sistem pembakaran, proses fermentasi, dan sebagainya.

2.2 Pengumpulan dan penggilingan kulit nanas tua

Pengumpulan bahan dilakukan pada hari yang sama sesuai dengan kebutuhan kulit nanas tua 10 sampai 14 kilogram. Kulit nanas dikumpulkan sebanyak 22 kali dengan total pengumpulan sebanyak 235.6 kg kulit nanas tua. Kemudian kulit nanas digiling menggunakan blender guna mendapatkan tekstur yang hancur dan halus.

2.3 Fermentasi

Fermentasi dilakukan menggunakan wadah vakum sesuai dengan kapasitas bahan baku fermentasi, ragi roti 30 gram untuk satu kilogram kulit nanas, air secukupnya untuk dicampurkan dengan kulit nanas dan 30 gram urea berwarna merah muda yang memiliki kandungan nitrogen. fermentasi dilakukan 12 hari dengan parameter suhu ruangan. Proses ini memanfaatkan bakteri *Saccharomyces cerevisiae*.

2.4 Destilasi dan pengukuran kadar bioetanol

Destilasi merupakan proses pemisahan air dan bioetanol. Dimana cairan fermentasi dipanaskan dalam wadah yang kemudian disalurkan uapnya ke destilator yang kemudian disuling menjadi alkohol. Proses ini dilakukan empat kali dengan suhu destilasi 94°C untuk proses destilasi pertama, suhu 78-79°C untuk destilasi kedua, suhu 77 °C untuk ketiga, dan 75 °C untuk kadar alkohol 90%. Setelah dilakukan proses destilasi dilakukan pengujian kadar bioetanol dengan menggunakan alat ukur alkohol meter dari hasil pertama sampai target 90% dengan melalui beberapa proses destilasi.

2.5 Pencampuran dan Pengujian

Pencampuran Bioetanol 90% dan Bahan Bakar RON 90 dilakukan dengan rasio perbandingan 1:9 (B10) dan 2:8 (B20) untuk dilakukan pengujian pada laboratorium dan membandingkan tiga sampel bahan bakar B100, B10, B20. Untuk pengujian nilai *high heating value* dan kualitas bahan bakar dilakukan dengan tiga tahapan. Tahapan pertama pada uji bom kalorimeter, kedua pada laboratorium LPPM ITS dan laboratorium UPPS Pertamina Perak, dan yang ketiga pada uji *dyno test* untuk mesin motor bensin Supra X 125 FI.

2.6 Pengujian Prestasi Mesin

pada pengujian dinamometer dilakukan dengan menggunakan mesin motor bensin Supra X 125 FI. Adapun spesifikasi Mesin motor Supra X 125 FI sebagai berikut: Tipe mesin: 4-

Langkah, SOHC, Silinder Tunggal, Volume Silinder: 124.89 cc, Bore × Stroke: 52,4 x 57,9 mm, Kompresi: 9.3 : 1, Daya maksimal: 7.40 kW (10.1 PS) / 8000 rpm, Torsi Maksimal: 9.3 Nm (0.95 kgf.m) / 4000 rpm, Sistem suplai bahan bakar: PGM-FI. Dari pengujian ini akan menghasilkan data berupa daya dan torsi yang dapat dianalisa berdasarkan penggunaan bahan bakar yang berbeda yakni G100 dan B10.

2.7 Pengambilan data

Data yang diambil berupa data HHV, bilangan oktan riset, kandungan timbal(Pb), Distilasi, dan berat jenis (pada suhu 15⁰) dan flash point dari sampel B10, B20, B100 serta hasil uji daya dan torsi pada pengujian dinamometer di bengkel *rat motorsport* menggunakan bahan bakar yang terbaik menurut kesimpulan karakteristik bahan bakar dari hasil test laboratorium.

2.8 Analisa dan kesimpulan

Analisa dan kesimpulan mengenai perbandingan penambahan bioetanol terhadap bahan bakar RON 90 dengan komposisi perbandingan terbaik berdasarkan hasil karakteristik bahan bakar dari laboratorium LPPM ITS dan laboratorium UPPS Pertamina perak, kemudian dilakukan uji kinerja mesin motor pada dinamometer. Dari data ini akan memperlihatkan apakah terjadi peningkatan unjuk kerja motor bensin dengan menggunakan bioetanol 90% dari kulit nanas yang dicampur dengan bahan bakar RON 90 dengan perbandingan yang ditetapkan setelah uji laboratorium.

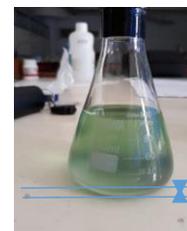
3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Pencampuran Bioetanol dan Bahan bakar RON 90

Dari bioetanol 90% yang dihasilkan dilakukan pencampuran terhadap bahan bakar RON 90 dengan presentasi Bioetanol 90% dan Bahan Bakar RON 90 1:9 atau campuran B10 dan Bioetanol 90% dan Bahan Bakar RON 90 2:8 atau campuran B20 seperti pada gambar 3.1, dan 3.2.



Gambar 3. 1 Campuran B10

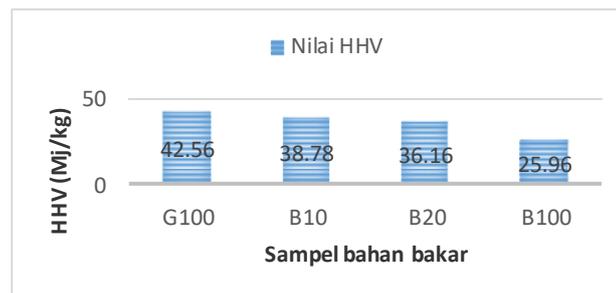


3. 2 Campuran B20

Dari hasil pencampuran dapat terlihat dengan jelas bahwa pada campuran B10 mengalami pencampuran bioetanol dan bahan bakar RON 90 lebih merata dan tidak terjadi pengendapan sebanyak pada campuran B20 sehingga ketika di uji pada bom kalorimeter Campuran B20 perlu dikocok terlebih dahulu agar cairan bioetanol 90% dan bahan bakar RON 90 dapat tercampur secara merata.

3.2 Pengujian Nilai High Heating Value

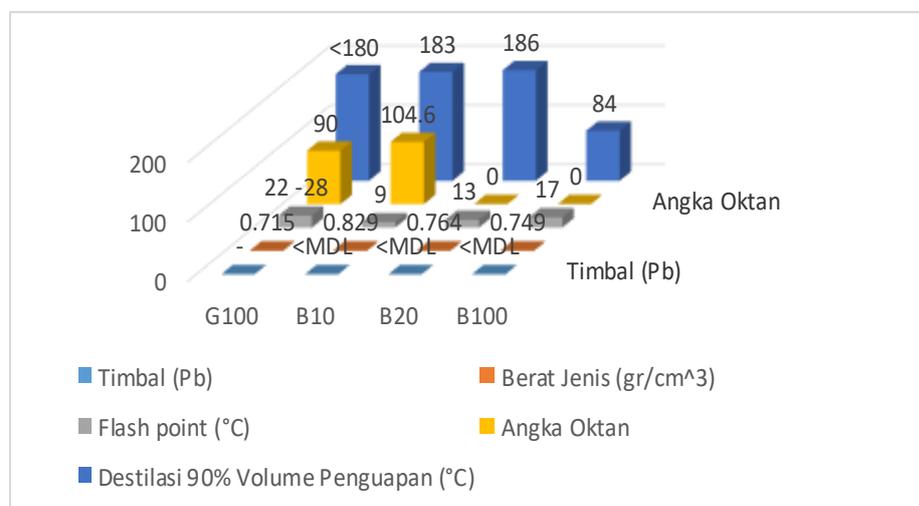
Pengujian bom kalorimeter dilakukan pada *Parr oxygen bomb calorimeter* dengan tipe 1341 *plain jacket bomb calorimeter*. Dari perhitungan HHV untuk empat jenis bahan bakar yang berbeda dari campuran bahan bakar dengan bioetanol di dapati data perbandingan nilai HHV dengan sampel bahan bakar B100, B10, B20, G100. Pada sampel B10 dan B20 mengalami penurunan angka *high heating value* sebagai akibat dari pencampuran bahan bakar RON 90 (G100) terhadap bioetanol (B100) yang memiliki nilai *high heating value* yang lebih rendah yang dapat disimpulkan seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Grafik perbandingan nilai HHV empat jenis sampel B100, B20, B10 dan G100

3.3 Hasil pengujian karakteristik bahan bakar

Dari hasil pengujian karakteristik bahan bakar berdasarkan lima parameter dapat disimpulkan pada pada gambar 3.4.



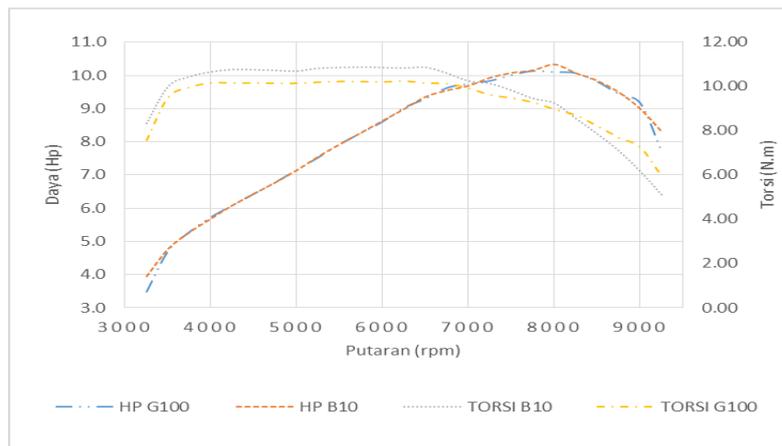
Gambar 3.4 Grafik karakteristik bahan bakar

sampel G100 memiliki angka oktan 90, sampel B10 memiliki angka oktan 104.6 Sehingga sampel B10 memiliki angka oktan lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar RON 90, sedangkan campuran B100 dan B20 memiliki bilangan oktan 0 yang memiliki rentan angka oktan 40-120, hasil pembacaan ini menghasilkan angka nol karena di dalam sampel terdapat endapan air yang cepat terpisah dari campuran B20 yang berasal dari bioetanol sehingga tidak didapati dengan pasti nilai angka oktan. Untuk pengujian destilasi 90% volume penguapan pada sampel B100 memiliki suhu 84 °C, sampel B20 memiliki suhu 186 °C, dan sampel B10 pada suhu 183 °C serta sebagai pembanding bahan bakar RON 90 berada pada suhu <180 °C sehingga untuk bahan bakar B10 dan B20 mengalami peningkatan suhu yakni B10 183 °C dan B20 186 °C. Untuk berat jenis 15°C pada sampel B100 memiliki berat jenis 0.749 gr/cm³, untuk sampel B20 memiliki berat jenis 0.764 gr/cm³, dan untuk sampel B10 mempunyai berat jenis 0.829 gr/cm³ dan sebagai pembanding bahan bakar RON 90 memiliki berat jenis 715 kg/m³ atau jika dikonversikan menjadi 0.715 gr/cm³. Dari hasil pengujian ini dapat dianalisa bahwa terjadi peningkatan nilai berat jenis pada bahan bakar yang sangat signifikan pada pencampuran bahan bakar B10 kemudian disusul dengan berat jenis bahan bakar B20 yang lebih rendah dari B10. Untuk kandungan timbal dari sampel Bioetanol kulit nanas 90% (B100) , campuran B10, dan Campuran B20 dan sebagai pembanding bahan bakar RON 90 juga tidak terdapat kandungan timbal. Untuk nilai *flash point* terendah berada pada sampel B10 dengan nilai *flash point* 9 °C yang memiliki sifat paling mudah terbakar dibandingkan dengan sampel B20 dengan nilai *flash point* 13 C, sampel B100 dengan nilai *flash point* 17°C, dan sampel G100 dengan nilai *flash point* 20 – 28 °C hasil ini mengindikasikan bahwa sampel B10 memiliki karakteristik mudah terbakar jika dibandingkan dengan sampel G100, B20, dan B100. Berdasarkan hasil pengujian karakteristik bahan bakar hanya campuran B10 yang layak untuk diuji pada tes prestasi mesin menggunakan dinamometer, sementara sampel B20 tidak

layak untuk diuji pada uji dinamometer dengan pertimbangan utama nilai oktan yang terbaca tidak pasti, nilai destilasi 90% volume penguapan lebih tinggi dibandingkan dengan B10 yang akan mengakibatkan tidak meratanya distribusi bahan bakar dalam ruang bakar dan karakteristik dari bahan bakar B20 dengan kandungan air yang lebih mudah terpisah dari bahan bakar RON 90 karena bioetanol yang digunakan untuk pencampuran memiliki kadar 90%.

4.4 Dinamometer

Dari pengujian kinerja mesin berupa daya dan torsi didapati grafik pengujian dinamometer pada sepeda motor supra X 125 FI dapat ditunjukkan pada gambar 3.5.



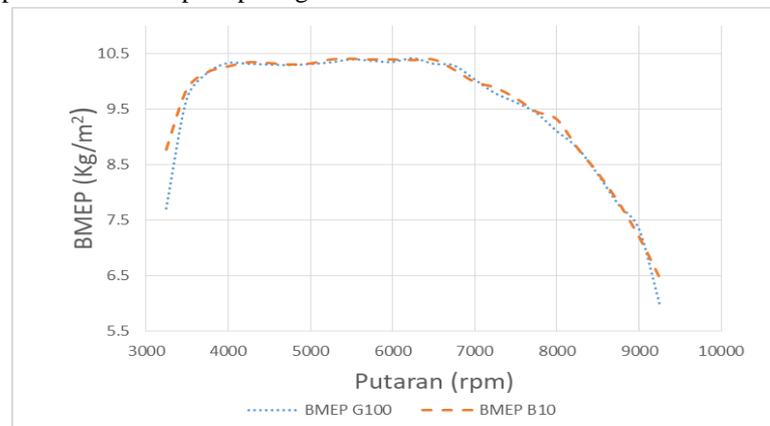
Gambar 3.5 Grafik perbandingan daya dan torsi terhadap rpm pada kinerja mesin motor Supra X 125 FI dengan menggunakan bahan bakar gasoline RON 90 dan bahan bakar campuran B10.

Dari gambar 3.5 terlihat titik tertinggi untuk daya G100 sebesar 10.1 hp pada putaran 8250 rpm dan untuk titik tertinggi daya bahan bakar B10 sebesar 10.3 hp pada putaran 8000 rpm, sedangkan torsi G100 pada mesin motor bensin supra X 125 FI memiliki torsi 10.24 N.m pada putaran 6250 rpm dan B10 memiliki torsi 10.25 N.m pada putara 5750 rpm. Secara keseluruhan berdasarkan peningkatan putara dari pengujian dengan sampel B10 terjadi peningkatan kinerja mesin berupa peningkatan daya sebesar 1.02 % dan torsi sebesar 1.1 % jika dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar G100 pada mesin motor bensin Supra X 125 FI.

Setelah dilakukan pengujian dinamometer dapat dihitung tekanan efektif rata-rata pengereman pada setiap putaran mesin sesuai dengan menggunakan rumus :

$$BMEP = \frac{0.45 N Z}{A L i n} \text{ kg/cm}^2 \tag{1}$$

Dari hasil perhitungan di dapatkan grafik perbandingan BMEP G100 dan B10 berdasarkan putaran mesin seperti pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Perbandingan BMEP G100 dan B10 berdasarkan putaran mesin

Dari gambar 4.11 dapat dianalisa bahwa terjadi peningkatan nilai BMEP B10 dari nilai BMEP G100 sebesar 1.02%. Hal ini mengindikasikan terjadi peningkatan tekanan efektif rata-rata pengereman yang bersumber dari peningkatan unjuk kerja motor bensin dari pencampuran bahan bakar B10.

Secara keseluruhan dapat dianalisa bahwa sampel B10 lebih unggul dibandingkan sampel B20 dalam pencampuran dan pengujian karakteristik bahan bakar, sementara itu pada pengujian dinamometer dari daya dan torsi yang dihasilkan dari mesin motor bensin supra X 125 FI mengalami peningkatan daya 1.02% dan torsi 1.1% jika dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar RON 90 pada mesin yang sama.

4 kesimpulan

Dari Penelitian pemanfaatan bioetanol kulit nanas sebagai campuran bahan bakar RON 90 guna meningkatkan unjuk kerja motor bensin ini dapat disimpulkan bahwa:

- a. Terjadi peningkatan angka oktan pada campuran B10 dengan nilai oktan 104,6 yang berpengaruh terhadap peningkatan unjuk kerja motor bensin.
- b. Dari pengujian karakteristik bahan bakar yang dicampur sampel B10 memenuhi syarat sebagai komposisi campuran terbaik untuk pencampuran bahan bakar RON 90 dan bioetanol kulit nanas 90% jika dibandingkan dengan campuran B20.
- c. Bahan bakar B20 memiliki lebih banyak kandungan air dibandingkan dengan campuran B10 sehingga campuran B10 yang dipilih untuk melakukan pengujian mesin pada dinamo meter.
- d. Untuk sampel B20 dan B100 tidak di dapati angka oktan yang stabil sehingga menghasilkan pembacaan nol yang memiliki rentan angka oktan 40-120.
- e. Terjadi peningkatan kinerja mesin pada penggunaan bahan bakar B10 pada pengujian dinamometer dengan menggunakan sepeda motor supra X 125 FI berupa daya 1.02 % dan torsi sebanyak 1.1% jika dibandingkan dengan hasil daya dan torsi pada penggunaan bahan bakar RON 90.
- f. Terjadi peningkatan brake mean effective pressure pada pengujian bahan bakar B10 sebesar 1.02% jika dibandingkan dengan *brake mean effective pressure* pada bahan bakar G100.

5 Daftar Pustaka

1. Putrasari, Y., Praptijanto, A., Lim, O., & Santoso, W. B. (2016). Resources, policy, and research activities of biofuel in Indonesia: A review. *Energy Reports* 2, 237-245.
2. Lubis, R., Daryanto, A., Tambunan, M., & Purwati, H. (2014). Technical, Allocative and Economic Efficiency of Pineapple Production in West Java Province, Indonesia: A DEA Approach. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 18-23.
3. Siti Roha, A. M., Zainal, S., Noriham, A., & Nadzirah, K. Z. (2013). Determination of sugar content in pineapple waste variety N36. *International Food Research Journal*, 1941-1943.
4. Cutzu, R., & Bardi, L. (2017). Production of Bioethanol from Agricultural Wastes Using Residual Thermal Energy of a Cogeneration Plant in the Distillation Phase. *CREA-IT Council for Agricultural Research and Economics*.
5. Katzen, R., Madson, P. W., & Jr, G. M. (1999). *Ethanol distillation: the fundamentals*. Ohio: KATZEN International.
6. Tropea, A., Wilson, D., La Torre, L. G., Lo Curto, R. B., Saugman, P., Davies, P. T., . . . Waldron, K. W. (2014). Bioethanol Production From Pineapple Wastes. *Journal of Food Research*.