

## Pengaruh Massa Biji Buah Mangga Arum Manis (*Mangifera indica L.*) Terhadap Kadar Bioetanol

A.Cristina\*, Masturi, N. Istiana, P. Dwijananti, & Sunarno  
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Semarang  
Semarang, Indonesia

Email: ameliaacristinaa@gmail.com

### Abstrak

Kebutuhan energi semakin meningkat, namun sumber daya alam atau bahan bakar fosil semakin menurun. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sumber energi terbarukan untuk mencukupi kebutuhan tersebut. Salah satu alternatif pengganti bahan bakar fosil adalah bioetanol. Bioetanol diproduksi dengan cara fermentasi biji buah mangga arum manis menggunakan ragi roti *Saccharomyces cerevisiae*. Diketahui biji buah mangga tersebut memiliki kadar karbohidrat sebesar 19,53%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui massabiji mangga yang tepat dalam menghasilkan bioetanol dengan kadar yang tinggi. Penelitian dilakukan dengan pemberian massa biji mangga yang berbeda yaitu 25 gram, 35 gram, dan 45 gram. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa sampel 25 gram, 35 gram, dan 45 gram secara berurutan memiliki kadar etanol sebesar 4,78%; 6,64%; 1,48%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa massa biji mangga 35 gram menghasilkan kadar bioetanol yang tinggi.

**Kata kunci** : biji mangga arum manis (*Mangifera indica L.*), bioetanol, fermentasi, ragi roti *Saccharomyces cerevisiae*

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam. Bahan tambang yang melimpah ruah merupakan kekayaan negeri yang telah digunakan di berbagai sektor, namun eksploitasi terus menerus tentu menyebabkan habisnya sumber daya ini dari waktu ke waktu. Sektor industri adalah salah satu sektor yang bertumpu pada bahan bakar fosil. Menteri Perindustrian Mohamad Suleman Hidayat menyatakan bahwa saat ini industri masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil padahal porsi industri dalam konsumsi energi nasional mencapai 49,4%. Kebutuhan gas industri 2025 diprediksi mencapai 55% dari total kebutuhan energinya. Pada tahun itu, industri akan membutuhkan gas alam sebanyak 1.553 MMBTU. Selain gas alam, bahan bakar fosil yang menjadi tumpuan industri adalah batu bara.

Sebanyak 20,3% energi untuk industri dipenuhi dari batu bara. Pada tahun 2025 dengan skenario biasa, kebutuhan batu bara akan mencapai 26,68 juta ton. Sementara dengan skenario akselerasi, kebutuhan batu bara untuk industri bisa sampai 53,71 juta ton (Kemenperin, 2015). Dengan kebutuhan energi yang semakin meningkat dan sumber daya alam atau bahan bakar fosil yang semakin menurun, dibutuhkan suatu sumber energi terbarukan untuk mencukupi kebutuhan tersebut.

Di Indonesia, mangga merupakan tanaman buah yang memberikan sumbangan terbesar ketiga terhadap produksi buah nasional setelah pisang dan jeruk, yaitu 1.627.997 ton atau sekitar 10,07%. Pada periode tahun 2003-2005, Indonesia menduduki urutan kelima sebagai sepuluh besar negara penghasil mangga dunia. Negara penghasil mangga terbesar dunia adalah India mencapai 38,58 %, kedua adalah

China sekitar 12,90 %, Thailand mencapai 6,20 %, Meksiko sekitar 5,50 %, dan Indonesia mencapai 5,29 % dari total produksi mangga dunia (Rebin, 2010). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Taty dan Zulpihri (2012), dari 10 gram biji mangga indramayu memiliki kadar karbohidrat 19,53%, lemak 3,80% dan protein sebesar 3,78%.

Salah satu alternatif pengganti bahan bakar fosil adalah bioetanol. Bioetanol merupakan etanol yang berasal dari sumber hayati. Bioetanol bersumber dari gula sederhana, amilum dan selulosa. Amilum yang berbentuk polisakarida dapat dihidrolisis menjadi glukosa melalui pemanasan, menggunakan katalis dan pemanfaatan enzim. Glukosa selanjutnya difermentasi menghasilkan etanol. Fermentasi etanol merupakan aktivitas penguraian gula (karbohidrat) menjadi senyawa etanol dengan mengeluarkan gas CO<sub>2</sub>. Fermentasi ini dilakukan dalam kondisi anaerob atau tanpa adanya oksigen. Umumnya, produksi bioetanol menggunakan mikroba *Saccharomyces cerevisiae*. Mikroba ini dapat digunakan untuk konversi gula menjadi etanol dengan kemampuan konversi yang baik, tahan terhadap etanol kadar tinggi, tahan terhadap pH rendah, dan tahan terhadap temperatur tinggi. Salah satu sumber hayati yang memiliki potensi besar sebagai bioetanol adalah biji buah mangga. Biji buah mangga (*Mangifera indica L.*) terbukti mengandung karbohidrat dengan kadar 19,53%.

Produksi etanol yang menggunakan bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses biokonversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) yang larut dalam air (Fitriana, 2009). Glukosa dapat dibuat dari pati-patian dengan menghidrolisis untuk memecahnya menjadi molekul glukosadengan menggunakan asam (misalnya asam sulfat), kemudian dilakukan proses peragian ataufermentasi gula menjadi etanol dengan menambahkan *yeast* atau ragi (Fitriana, 2009). Pemurnian etanol dilakukan dengan dua tahap, yaitu pemurnian dengan destilasi hingga konsentrasi 95,6% etanol serta dehidrasi etanol untuk mendapatkan etanol absolut. Pemurnian etanol tidak dapat dilakukan

hanya dengan satu tahap (destilasi sederhana) karena etanol dan air membentuk campuran azerotrop (Kusuma dan Dwiatmoko, 2009). Prinsip dasar kerja alat destilasi ini yaitu pemisahan yang didasarkan pada perbedaan titik didih atau titik cair dari masing-masing zat penyusun dari campuran homogen. Dalam proses destilasi terdapat dua tahap proses yaitu tahap penguapan dan dilanjutkan dengan tahap pengembangan kembali uap menjadi cair.

Dengan melihat kandungan biji buah mangga arum manis dan adanya potensi untuk diolah menjadi bioetanol, maka perlu dilakukan penelitian yang berkaitan dengan pengolahan biji buah mangga tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui massa biji buah mangga arum manis yang tepat dalam menghasilkan bioetanol dengan kadar yang tinggi.

## METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji buah mangga arum manis (*Mangifera indica L.*) yang dihaluskan, larutan aquades dan ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* merk "Fermipan". Alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain : pisau, penghalus biji mangga arum manis, 3 buah labu Erlenmeyer dan penutupnya, *magnetic stirrer*, neraca digital, *microwave*, dangelas kimia.

Adapun tahap pertama yang dilakukan yaitu persiapan bahan baku. Biji buah mangga dicuci bersih. Selanjutnya, biji tersebut dikeringkan di bawah terik matahari selama 2 minggu. Kemudian setelah kering, tempurung biji mangga dipisahkan dari daging buah biji mangga dengan cara dikupas. Hasilnya dipanaskan dengan menggunakan *microwave*, lalu ditumbuk hingga halus. Tahap kedua yaitu proses fermentasi. Biji mangga yang sudah dihaluskan, dimasukkan dalam Erlenmeyer dengan masing – masing massa bahan (massa tepung biji mangga) yaitu 25 gram, 35 gram, dan 45 gram. Kemudian ditambahkan aquades sebanyak 100 ml dan diaduk hingga merata dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah itu, ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 6 gram dimasukkan ke dalam setiap larutan

tersebut. Erlenmeyer ditutup rapat dengan menggunakan plastik untuk menjaga fermentasi secara anaerob, lalu didiamkan selama 10 hari.

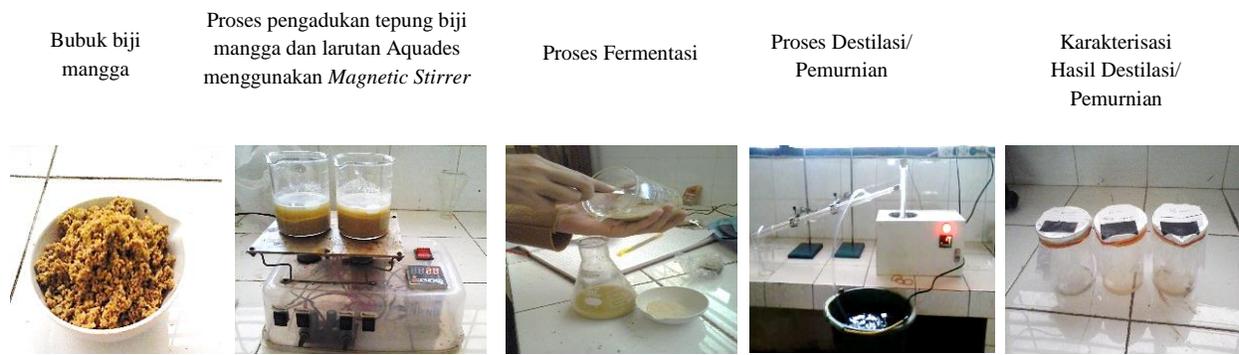
C yang mana suhu ini merupakan titik didih etanol. Hasil destilasi tersebut dimasukkan ke laboratorium kimia organik untuk dilakukan pengujian kadar etanol. Pengujian tersebut menggunakan analisis kromatografi gas atau *Gas Chromatography* (GC). Setelah luas sampel diperoleh, kadar etanol dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan kadar, sebagai berikut :

Tahap berikutnya adalah proses destilasi/pemurnian. Peralatan destilasi disusun dengan baik dan benar. Kemudian, tombol suhu pada peralatan tersebut diatur pada titik didih 78°

$$Kadar (\%) = \frac{Area [pA * s] \text{ sampel}}{Area [pA * s] \text{ standart}} \times 100\%$$

dengan luas standar = 538607.0909 au.

Berikut ini adalah gambar mengenai tahapan kegiatan dalam penelitian.



**Gambar 1.** Tahapan Kegiatan Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa volume etanol hasil destilasi maksimum dihasilkan oleh massa biji mangga 25 gram sebesar 11 ml. Namun secara keseluruhan,

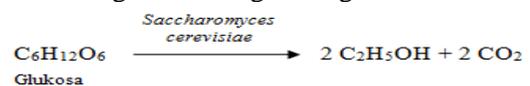
volume etanol yang dihasilkan mengalami penurunan seiring bertambahnya massa biji mangga. Adapun data hasil destilasi larutan fermentasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Destilasi Larutan Fermentasi

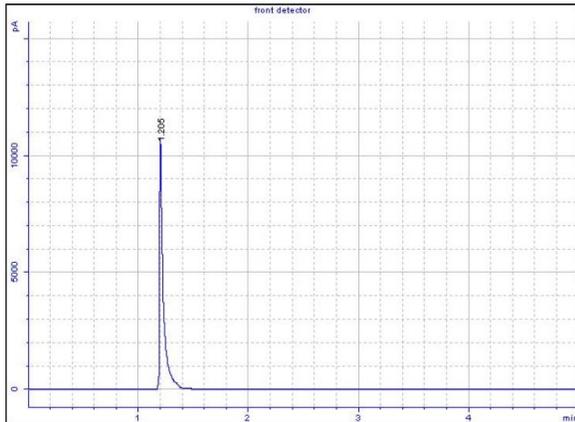
No.	Massa Biji Mangga (gram)	Massa Ragi (gram)	Lama Waktu Fermentasi (jam)	Waktu Destilasi (menit)	Suhu Destilasi (°C)	Volume Etanol (ml)
1.	25	6	240	60	78 – 80	11
2.	35	6	240	60	78 – 80	8
3.	45	6	240	60	78 – 80	1

Penurunan yang cukup signifikan terjadi pada massa biji mangga 45 gram dengan volume etanol 1 ml. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak glukosa yang tidak difermentasi oleh mikroorganisme menjadi etanol. Padahal, sesuai dengan hasil penelitian Suri dkk (2013) menjelaskan bahwa semakin banyak

mikroorganisme yang ada, maka akan semakin banyak pula etanol yang terbentuk. Adapun persamaan reaksi pembentukan etanol dari hasil fermentasi gula oleh ragi, sebagai berikut :

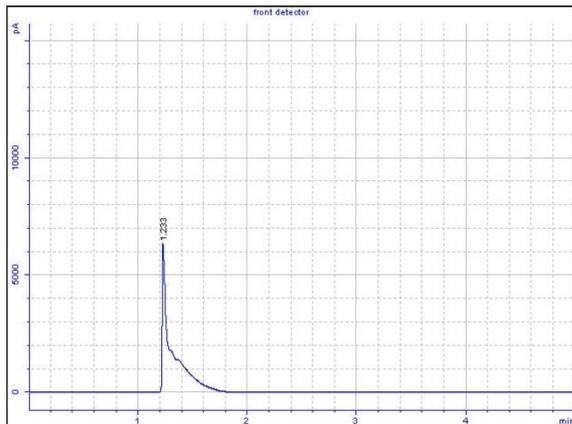


Dari volume etanol yang diperoleh, lalu dilakukan pengujian kadar etanol. Massa biji mangga 25 gram menunjukkan luas sampel sebesar 25765.79940 au, sehingga diperoleh kadar etanol sebesar 4.78%. Adapun grafik yang menunjukkan luas sampel tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



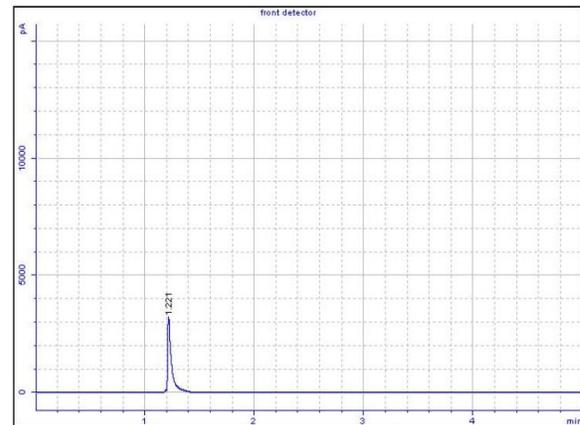
**Gambar 2.** Kromatogram Sampel Biji Mangga 25 gram

Selanjutnya, luas sampel yang diperoleh dari massa biji mangga 35 gram yaitu sebesar 35755.90805 au dengan kadar etanol yang diperoleh sebesar 6.64%. Grafik luas sampel tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 3.** Kromatogram Sampel Biji Mangga 35 gram

Pada massa biji mangga 45 gram diperoleh luas sampel sebesar 7991.14789 au, sehingga diperoleh kadar etanol sebesar 1.48%. Grafik luas sampel dari massa bahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 4.** Kromatogram Sampel Biji Mangga 45 gram

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, sampel biji mangga 25 gram menghasilkan kadar etanol sebesar 4,78% yang berarti lebih rendah dibandingkan sampel biji mangga 35 gram. Ini dikarenakan jumlah nutrisi yang tersedia tidak sebanding dengan jumlah ragi yang diberikan, sehingga kemampuan mikroorganisme dalam memproduksi etanol menurun yang mengakibatkan kadar etanol pun rendah. Konsentrasi glukosa yang baik untuk pertumbuhan khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) antara 10% - 18% karena konsentrasi glukosa yang tinggi (melebihi 18%) akan menghambat pertumbuhan khamir yang mengakibatkan kadar etanol yang dihasilkan sedikit (Khoiriyati, 2013).

Kadar etanol tertinggi dihasilkan oleh sampel biji mangga 35 gram yaitu sebesar 6,64%. Hal ini menjelaskan bahwa meskipun hasil destilasi rendah dibandingkan dengan hasil destilasi sampel biji mangga 25 gram, belum tentu kadar etanol pun rendah karena hasil destilasi tersebut belum menunjukkan kadar etanol yang sebenarnya. Pada saat proses destilasi berlangsung, diasumsikan terdapat uap air yang ikut menguap bersama dengan uap etanol walaupun pada jumlah yang relatif sedikit. Terbukti pada massa biji mangga 35 gram, kemampuan mikroorganisme dalam memproduksi etanol paling tinggi ditunjukkan dengan kadar etanolnya maksimum. Dengan melihat hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap biji durian, perbandingan

*Saccharomyces cerevisiae* dengan massa biji durian agar tercapai hasil etanol yang maksimum adalah 1:25 (Nurfiana dkk, 2009). Untuk perbandingan massa biji mangga sendiri, agar diperoleh kadar etanol yang maksimum dibutuhkan ragi sebesar 1:6 terhadap massa biji mangga. Dengan demikian, untuk mencapai hasil etanol yang maksimum, perbandingan massa biji terhadap ragi adalah berbeda-beda untuk setiap biji buah yang akan diteliti.

Lain halnya dengan sampel biji mangga 45 gram. Kadar etanol yang dihasilkan sebesar 1,48% yang termasuk dalam urutan paling rendah. Hal ini dikarenakan *Saccharomyces cerevisiae* tidak tepat bereaksi dengan semua bahan biji mangga, sehingga etanol yang dihasilkan pun kurang optimal.

Produksi bioetanol juga dapat dihasilkan dari beberapa jenis buah-buahan. Daging buah salak mampu menghasilkan bioetanol sebesar 49,92% menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan kadar 5% (b/b) (Thamrin dkk, 2011). Selain itu, menurut Woldu *et al.* (2015) menunjukkan bahwa bioetanol yang dihasilkan oleh biji buah alpukat sebesar 6,365%, sedangkan biji buah nangka menghasilkan bioetanol sebesar 11,5% (Chongkhong, 2012).

## PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa pemberian massabiji mangga arum manis (*Mangifera indica L.*) yang berbeda berpengaruh terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan. Massa biji mangga 25 gram menghasilkan kadar etanol sebesar 4,78%. Selanjutnya, massa biji mangga 35 gram menghasilkan kadar etanol maksimum yaitu 6,64%, sedangkan kadar etanol minimum dihasilkan oleh massa biji mangga 45 gram yakni sebesar 1,48%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chongkhong S., B. Lolharat, & P. Chetpattananondh. 2012. Optimization of Ethanol Production from Fresh Jackfruit Seeds Using Response Surface Methodology. *Journal of Sustainable Energy and Environment* 3, 97-101.
- Fitriana, Lila. 2009. *Analisis Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Dari Pati Sagu (Metroxylon sago) Asal Papua*. Skripsi. Manokwari: UNP.
- Kementerian Perindustrian. 2015. *Bahan Bakar Fosil Tumpuan Industri*. Jakarta: Diperbanyak oleh Koran Tempo.
- Khoiriyati, N.H. 2013. *Pengaruh Konsentrasi Ragi terhadap Kadar Etanol Hasil Fermentasi Jerami Padi (Oryza sativa) sebagai Bahan Pembuatan Bioetanol Alternatif*. Surakarta: UMS.
- Kusuma, D. Sulistia, Dwiatmoko, & A. Adep. 2009. *Pemurnian Etanol Untuk Bahan Bakar*. Berita Iptek Tahun ke-47 No. 1. Banten: LIPI.
- Nurfiana, F., U. Mukaromah, V.C. Jeannisa, & Sugili Putra. 2009. Pembuatan Bioethanol dari Biji Durian sebagai Sumber Energi Alternatif. *Seminar Nasional V SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta: STTN-BATAN.
- Rebin & Karsinah. 2010. Varietas Unggul Baru Mangga Merah dari KP Cukurgondang. *Iptek Holtikultura No.6*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Suri A., Y. Yusak, & R. Bulan. 2013. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol dari Fermentasi Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa Tanda Kosong Kelapa Sawit (*Elaeisguineensis J.*) dengan HCl 30% menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Saintia Kimia*. 1(2). 1-7.
- Taty & Zulpihri. 2012. *Kandungan Biji Mangga Indramayu (Mangifera indica L.)*. Jakarta : UNJ.
- Thamrin, R., M.J.R. Runtuwene, & M.S. Sangi. 2011. Produksi Bio-Etanol dari Daging Buah Salak (*Salacca zalacca*). *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2): 248-252.
- Woldu, A.R., Y.N. Ashagrie, & Y.A. Tsigie. 2015. Bioethanol Production from Avocado Seed Wastes Using *Saccharomyces cerevisiae*. *American Journal of Environment, Energy and Power Research*, 3(1): 1-9.