

---

---

Potensi Bahan Bakar Nabati dari Tanaman Kelapa di Kecamatan Dewantara, Aceh Utara

Khaidir<sup>1\*</sup>, Rd. Selvy Handayani<sup>1,2</sup>, Elvira Sari Dewi<sup>1</sup>, Usnawiyah<sup>1</sup>, Muhammad Yusuf Nurdin<sup>1</sup>, & Angga Yuda Alfitra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh Aceh Utara, Aceh. 24355. Indonesia

<sup>2</sup>Biodiesel Research and Innovation Center (BRAIN) Universitas Malikussaleh

\* Penulis korespondensi: khaidir@unimal.ac.id

Riwayat Artikel

Received: 13 Januari 2024 | Final Revision: 8 Maret 2024 | Accepted: 15 Maret 2024

---

This is an open access article under the CC-BY-SA license 

---

## ABSTRAK

Kelapa adalah tanaman yang memiliki banyak manfaat, salah satunya adalah sebagai sumber bahan baku bioenergi. Bagian tanaman kelapa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi adalah daging buah, ampas kelapa, air, tempurung, dan sabut kelapa. Daging buah kelapa dan ampasnya berpotensi besar untuk dikonversi menjadi biodiesel dan bioetanol. Air kelapa merupakan bagian lain dari kelapa yang mengandung karbohidrat dalam bentuk glukosa. Glukosa dapat diubah menjadi bioetanol melalui proses fermentasi. Bioetanol hasil fermentasi dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar bensin. Lebih lanjut, tempurung dan sabut kelapa dapat dijadikan bahan baku pembuatan arang. Arang dari tempurung dan sabut kelapa dapat dibentuk menjadi biobriket. Biobriket merupakan bahan bakar alternatif pengganti batubara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perolehan daging buah kelapa sebesar 20,55–21,19 %, air kelapa sebesar 14,90–16,38 %, tempurung sebanyak 12,51–12,93 %, dan sabut kelapa sebesar 50,00–51,08 %. Berdasarkan hasil tersebut, tanaman kelapa memiliki potensi yang besar untuk dijadikan sebagai sumber bahan baku dalam rangka pengembangan energi alternatif pensubstitusi minyak bumi dan batubara.

**Kata kunci:** Ampas kelapa, Batubara, Energi terbarukan, tempurung kelapa, sabut kelapa.

## Pendahuluan

Tanaman kelapa tumbuh di daerah pesisir pantai termasuk di dalamnya daerah yang terkena pasang surut air laut, dimana lahan tersebut umumnya memiliki kadar salinitas yang tinggi (Usnawiyah *et al.*, 2021; Usnawiyah *et al.*, 2023). Kelapa merupakan salah satu tanaman tertua yang telah lama dijadikan tanaman peliharaan lokal (domestik) (Nayar, 2017; Kumar dan Kunhamu, 2022). Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) merupakan tanaman tahunan dari famili Palmae yang memiliki banyak manfaat dengan berbagai keunggulan komparatif dan kompetitif seperti santan, kelapa serut kering, nira kelapa, tempurung dan sabut (Khaidir *et al.*, 2022). Santan kelapa dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak goreng dan atau VCO (*virgin coconut oil*) atau sebagai sumber asam lemak dalam masakan berlemak seperti sayuran lemak atau masakan ikan. Nira kelapa dapat digunakan sebagai sumber bahan baku pembuatan gula merah. Sabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan goni atau pun keset kaki. Tempurung kelapa digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan arang ataupun obat diare (Norit). Batang kelapa digunakan sebagai sumber penghasil balok kayu atau papan. Secara umum, tanaman kelapa digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.

Industri pengolahan kelapa dalam negeri pada saat ini masih didominasi oleh produk setengah jadi berupa kopra dan *Coconut Crude Oil* (CCO) yang nilai jualnya masih rendah. Seiring dengan makin berkembangnya

teknologi pengolahan kelapa yang dapat menghasilkan berbagai alternatif produk olahan kelapa, maka pemerintah juga mengupayakan agar kelapa dalam negeri diolah dulu sebelum diekspor sehingga mendapatkan nilai jual yang lebih tinggi yaitu dalam bentuk: *Virgin Coconut Oil* (VCO), *Oleochemical* (OC), *Desiccated Coconut* (DC), *Coconut Milk* (CM), *Coconut Cream* (CC), *Coconut Charcoal* (CCL), *Coconut Fiber* (CF), dan lain sebagainya (Mardiatmoko dan Ariyanti, 2018).

Namun demikian, tanaman kelapa juga memiliki potensi yang besar untuk digunakan sebagai sumber bahan baku pembuatan bioenergi. Bioenergi atau bahan bakar nabati merupakan energi ramah lingkungan yang dihasilkan dari bagian-bagian tanaman melalui serangkaian proses konversi, baik secara biologis maupun kimiawi (Mardiatmoko dan Ariyanti, 2018). Bahan bakar nabati meliputi biodiesel, bioetanol, biobriket, bio gas, *pure plant oil* (PPO), dan bio-oil (Hambali *et al.*, 2007). Bio-oil dan bio-gas merupakan produk hasil pirolisis biomassa yang diaplikasikan dan berperan terhadap pertumbuhan industri dan ekonomi masyarakat (Azeta *et al.*, 2021). Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti bensin, sedangkan biodiesel digunakan sebagai bahan bakar pengganti atau campuran dalam solar. Jadi, selain untuk keperluan ekspor dan industri, produk olahan dari tanaman kelapa dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil yang ketersediaannya semakin lama semakin berkurang.

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, hal ini berimbas terhadap peningkatan konsumsi energi dalam bentuk minyak bumi baik bensin, solar, LPG, maupun minyak tanah. Ketersediaan minyak bumi yang semakin lama semakin menipis, maka tidak menutup kemungkinan di masa yang akan datang sumber energi dari minyak bumi tidak akan lagi mampu untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang semakin lama semakin meningkat (Khaidir, 2016).

Keberadaan minyak bumi semakin langka dikarenakan eksploitasi secara terus-menerus terhadap bahan bakar fosil sebagai sumber energi. Di sisi lain, permintaan sumber energi minyak bumi untuk sektor transportasi dan industri semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi. Hal ini mengakibatkan bahan bakar minyak bumi menjadi langka dan berdampak pada kenaikan harga bahan bakar minyak bumi (BBM) (Ayuzar *et al.*, 2022). Tanaman kelapa merupakan salah satu solusi yang dapat dijadikan sebagai sumber bahan baku penghasil energi alternatif.

## Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Dewantara Kabupaten Aceh Utara Propinsi Aceh pada bulan Maret-Juni 2023. Peralatan dan bahan yang digunakan adalah: alat tulis menulis seperti ballpoint, pensil, kertas, dan peralatan lain. Penelitian dilakukan menggunakan metode survey untuk luas lahan penanaman dan jumlah produksi tanaman kelapa di Kecamatan Dewantara Kabupaten Aceh Utara Propinsi Aceh. Sampel yang diambil adalah 3 Desa yang ada di Kecamatan Dewantara yaitu Gampong Bluka Teubai, Glumpang Sulu Timu, dan Bangka Jaya. Percobaan untuk melihat produksi buah kelapa dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor dengan 3 kali ulangan. Faktor yang pertama yaitu Desa (D) terdiri dari D1 (Bangka Jaya), D2 (Bluka Teubai), dan D3 Glumpang Sulu Timu); dan faktor kedua adalah jenis kelapa (J) yaitu J1 (Dewantara 1), J2 (Dewantara 2), J3 (Dewantara 3), J4 (Dewantara 4), J5 (Dewantara 5), J6 (Dewantara 6), J7 (Dewantara 7), dan J8 (Dewantara 8).

## Hasil dan Pembahasan

Kecamatan Dewantara merupakan salah satu daerah sentra produksi kelapa yang ada di Kabupaten Aceh Utara, Provinsi Aceh. Peneliti memilih tiga desa sebagai sampel penelitian. Ketiga desa tersebut merupakan daerah yang potensi hasil kelapanya cukup baik di wilayah Kecamatan Dewantara. Survey dilakukan dengan teknik wawancara langsung dengan petani responden di masing-masing desa sampel. Data karakter produksi kelapa diolah menggunakan program *Software Statistical Analysis System* (SAS). Hasil pengamatan terhadap karakter produksi kelapa di Kecamatan Dewantara dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa faktor desa tidak memberikan pengaruh terhadap semua peubah yang diamati. Faktor jenis kelapa menunjukkan pengaruh di semua peubah yang diamati. Pada peubah berat buah, jenis kelapa J7 (Dewantara 7) dan J2 (Dewantara 2) memiliki nilai berat buah tertinggi sedangkan jenis J4 (Dewantara 4) memiliki nilai berat buah terendah. Berat buah kelapa beberapa varietas diatas

termasuk normal. Menurut (Maskromo, 2018) varietas kelapa yang memiliki ukuran buah yang relatif besar adalah *kelapa Dalam* dengan berat buah utuh 2,351 – 2,710 g.

Tabel 1 . Karakter produksi buah kelapa di Kecamatan Dewantara akibat pengaruh desa dan jenis kelapa

Faktor	Berat Buah Kelapa (g)	Vol. air Kelapa (ml)	Berat Air Kelapa	Berat Tempurung Kelapa ----- g -----	Berat Sabut Kelapa
Desa (D):					
D1 (Bangka Jaya)	1861,25 a	320,00 a	304,79 a	240,62 a	930,63 a
D2 (Bluka Teubai)	1925,83 a	312,92 a	297,50 a	240,83 a	991,67 a
D3 (Glumpang Sulu Timur)	1887,50 a	295,00 a	281,25 a	242,08 a	964,17 a
Jenis Kelapa (J)					
J1 (Dewantara 01)	1774,4 bc	292,22 de	272,22 c	244,44 bc	852,22 bc
J2 (Dewantara 02)	2374,4 a	398,89 b	388,33 b	282,22 a	1223,33 a
J3 (Dewantara 03)	1871.1 bc	194,44 f	183,33 e	218, 89 cde	1163, 33 a
J4 (Dewantara 04)	1552,2 d	220,00 ef	207,78 de	191,67 e	832,78 bc
J5 (Dewantara 05)	1537,8 d	263,33 de	245,56 cd	204,44 de	760,00 c
J6 (Dewantara 06)	1892,2 b	272,22 ed	258,89 cd	268,89 ab	987,78 b
J7 (Dewantara 07)	2467.8 a	485,56 a	466,67 a	296,67 a	1188,89 a
J8 (Dewantara 08)	1662,2 cd	347,78 bc	333,33 b	222,22 cd	706,67 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5 %

Pada peubah volume air kelapa, jenis kelapa J7 (Dewantara 7) memiliki nilai volume air tertinggi sedangkan jenis J3 (Dewantara 3) memiliki nilai volume air terendah. Pada peubah berat air, jenis kelapa J7 (Dewantara 7) memiliki nilai berat air terberat sedangkan jenis J3 (Dewantara 3) memiliki nilai berat air terendah. Volume air kelapa mencapai maksimal pada umur 6-8 bulan, dan seiring dengan bertambahnya umur buah kelapa, volume air makin berkurang digantikan dengan kernel yang makin keras dan tebal (Ibrahim, 2020). Masyarakat biasa hanya memanfaatkan buah kelapa tua untuk diambil daging nya dan diolah menjadi santan. Namun air kelapa tua biasanya hanya dibuang saja dan tidak dimanfaatkan, menurut Jannah *et al* (2020) Air kelapa merupakan salah satu bahan baku yang mengandung gula sehingga dapat dijadikan bioetanol. Bioetanol nantinya dapat di produksi biomasa yang memiliki kandungan gula, pati dan selulosa. Hasil Analisa yang dilakukan, air kelapa tua mengandung 5% glukosa yang sangat berpotensi untuk dijadikan bioetanol sehingga memiliki nilai manfaat lebih.

Pada peubah berat tempurung kelapa, jenis kelapa J7 (Dewantara 7) dan J2 (Dewantara 2) memiliki nilai berat tempurung tertinggi sedangkan jenis J4 (Dewantara 4) memiliki nilai berat tempurung terendah. Berat tempurung di Kecamatan Dewantara termasuk dalam kategori normal, sejalan dengan (Aristya, 2013) yang menyebutkan berat tempurung kelapa berada pada kisaran 233,33 g sampai 295,31 g. Selama ini tempurung kelapa hanya dianggap sebagai limbah industri pengolahan kelapa terutama dari industri minyak kelapa dan hanya dibuang atau dibakar secara langsung, menurut Rampe (2017) tempurung kelapa bisa diolah untuk memberikan manfaat dan nilai ekonomis yang lebih tinggi dengan melalui proses pirolisis yang nanti nya akan dijadikan arang tempurung kelapa yang diolah lebih lanjut menjadi kokas atau bahan bakar padat yang ramah lingkungan.

Pada peubah berat sabut kelapa, jenis kelapa J7 (Dewantara 7), J2 (Dewantara 2) dan J3 (Dewantara 3) memiliki nilai berat tempurung tertinggi sedangkan jenis J8 (Dewantara 8) dan J5 (Dewantara 5) memiliki nilai berat tempurung terendah. Berat sabut beberapa varietas di atas termasuk tinggi, (Aristya, 2013) menyatakan berat sabut kelapa dalam berada pada kisaran 809,39 g sampai 913,89 g. Saat ini sabut kelapa oleh sebagian petani dibuang dan dianggap sebagai sampah dan dibakar, padahal sabut kelapa itu

mempunyai nilai yang lebih dan sangat berguna bagi masyarakat, menurut Gafur (2022) Sabut kelapa menjadi sangat ekonomis bila dijadikan *cocopeat* maupun *cocofiber*, *cocopeat* bisa digunakan untuk lahan pertanian dan *cocofiber* digunakan untuk otomotif maupun industri perabotan, sehingga jika diolah dengan baik bisa menambah pendapatan petani.

Hasil analisis ragam antara faktor desa dan jenis kelapa menunjukkan bahwa terjadi interaksi hanya pada peubah berat tempurung kelapa. Hasil uji lanjut interaksi antara faktor desa dan jenis kelapa disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh interaksi antara faktor desa dan jenis kelapa

Faktor	Berat Buah Kelapa (g)	Vol. Air kelapa (ml)	Berat Air Kelapa (g)	Berat Tempurung Kelapa (g)	Berat Sabut kelapa (g)
D1J1	1716,7 a	260,00 a	243,33 a	243,33 bcdefg	833,3 a
D2J1	1833,3 a	310,00 a	296,67 a	280,00 bc	840,0 a
D3J1	1773,3 a	306,67 a	276,67 a	210,00 efgh	883,3 a
D1J2	2300,0 a	403,33 a	388,33 a	290,00 b	1133,3 a
D2J2	2470,0 a	410,00 a	403,33 a	293,33 b	1290,0 a
D3J2	2353,3 a	383,33 a	373,33 a	263,33 bcde	1246,7 a
D1J3	1700,0 a	203,33 a	190,00 a	243,33 bcdefg	1033,3 a
D2J3	1943,3 a	203,33 a	190,00 a	213,33 defgh	1190,0 a
D3J3	1970,0 a	176,67 h	170,00 a	200,00 gh	1266,7 a
D1J4	1516,7 a	220,00 a	210,00 a	171,67 h	835,0 a
D2J4	1540,0 a	240,00 a	220,00 a	193,33 gh	810,0 a
D3J4	1600,0 a	200,00 a	193,33 a	210,00 efgh	853,3 a
D1J5	1533,3 a	263,33 a	250,00 a	213,33 defgh	750,0 a
D2J5	1500,0 a	260,00 a	236,67 a	206,67 fgh	740,0 a
D3J5	1580,0 a	266,67 a	250,00 a	193,33 gh	790,0 a
D1J6	1833,3 a	286,67 a	270,00 a	273,33 bc	916,7 a
D2J6	1993,3 a	286,67 a	273,33 a	260,00 bcdef	1050,0 a
D3J6	1850,0 a	243,33 a	233,33 a	273,33 bc	996,7 a
D1J7	2683,3 a	566,67 a	550,00 a	263,33 bcde	1383,3 a
D2J7	2533,3 a	486,67 a	463,33 a	266,67 bcd	1333,3 a
D3J7	2186,7 a	403,33 a	386,67 a	360,00 a	850,0 a
D1J8	1606,7 a	356,67 a	336,67 a	226,67 cdefgh	673,3 a
D2J8	1593,3 a	306,67 a	296,67 a	213,33 defgh	680,0 a
D3J8	1786,7 a	380,00 a	366,67 a	226,67 cdefgh	766,7 a

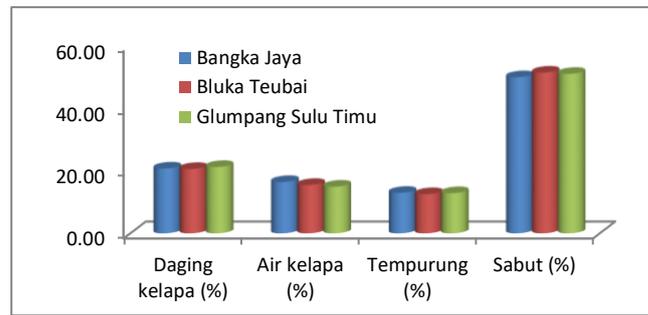
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 0,05. Huruf kecil dibaca vertikal.

D1 = Desa Bangka Jaya, D2 = Desa Bluka Teubai, D3 = Desa Glumpang Sulu Timur, dan J1 = Dewantara 1, J2 = Dewantara 2,

J3 = Dewantara 3, J4 = Dewantara 4, J5 = Dewantara 5, J6 = Dewantara 6, J7 = Dewantara 7, D8 = Dewantara 8.

Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa interaksi dari kombinasi faktor desa dan jenis kelapa berpengaruh sangat nyata terhadap peubah berat tempurung kelapa. Nilai tertinggi dari peubah berat tempurung yaitu pada kombinasi faktor D3J7 (Desa Glumpang Sulu Timur + Jenis Kelapa Dewantara 7), sedangkan nilai terkecil terdapat pada kombinasi perlakuan D1J4 (Desa Bangka Jaya + Jenis kelapa Dewantara 4).

Secara grafis, potensi bagian-bagian tanaman kelapa yang dapat dijadikan sebagai sumber bahan bakar nabati dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Persentase masing-masing bagian tanaman kelapa

Berdasarkan data hasil produksi tanaman kelapa di masing-masing desa, Bangka Jaya, Bluka Teubai, dan Glumpang Sulu Timu, ketiganya memiliki potensi yang besar untuk penyediaan bahan baku dalam pembuatan bahan bakar nabati (BBN). Bahan bakar nabati merupakan bahan bakar alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti atau substitusi bahan bakar fosil dan batubara yang berasal dari perut bumi (Khaidir, 2016).

Bagian tanaman kelapa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi adalah daging buah yang diolah menjadi minyak dan bahan bakar nabati. Pengolahan kelapa akan menghasilkan 8,4% minyak kelapa, 25% air kelapa dan sisanya berupa biomassa kelapa. Biomassa yang dihasilkan dari pengolahan kelapa adalah tempurung kelapa sebesar 12%, sabut kelapa sebesar 35%, dan ampas minyak kelapa sebesar 19,6% (Direktorat Sumber Daya Energi, Mineral, dan Pertambangan, 2015). Berdasarkan hasil produksi kelapa untuk tiap-tiap desa di Kecamatan Dewantara, maka diperoleh data potensi bagian tanaman kelapa yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar nabati seperti yang terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Potensi Bagian Tanaman Kelapa untuk sumber bahan bakar nabati pada 3 Desa di Kecamatan Dewantara (%)

Desa	Daging kelapa (%)	Air kelapa (%)	Tempurung (%)	Sabut (%)
Bangka Jaya	20,70	16,38	12,93	50,00
Bluka Teubai	20,55	15,45	12,51	51,49
Glumpang Sulu Timu	21,19	14,90	12,83	51,08

Hasil survey potensi hasil dari daging buah kelapa pada tiga desa di kecamatan Dewantara berkisar antara 20,55 – 21,19 %. Daging buah kelapa dapat diolah menjadi minyak kelapa dan sisanya sebagai ampas. Berdasarkan hasil produksi daging buah kelapa tersebut sangat memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel maupun bioetanol. Kedua bahan bakar ini merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.

### Minyak Kelapa

Minyak kelapa mengandung asam lemak jenuh dan tak jenuh dimana komposisi asam lemak jenuhnya lebih dari 90% yang didominasi oleh asam laurat. Minyak kelapa umumnya digunakan untuk memasak atau merebus (Muchtadi *et al.*, 2011).

Minyak kelapa dapat dikonversi menjadi biodiesel. Bahkan distilat dari asam lemak pada kelapa dapat dijadikan sumber bahan baku baru dalam proses pembuatan biodiesel (Rajesh *et al.*, 2020). Biodiesel digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar solar. Banyak negara di dunia yang memproduksi biodiesel (Saifullah *et al.*, 2016; Roy and Abedin, 2022).

Biodiesel diproduksi dari minyak kelapa melalui katalisis basa homogen menggunakan natrium hidroksida sebagai katalis (Lugo-Méndez *et al.*, 2021). Biodiesel dibuat melalui proses transesterifikasi (alkoholisasi) trigliserida dengan metanol atau etanol dan esterifikasi asam-asam lemak bebas dengan metanol atau etanol. Trigliserida yang digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel dapat berasal dari

minyak kelapa. Biodiesel dari minyak kelapa memiliki perbedaan dengan biodiesel dari minyak nabati lain ataupun hewan, karena minyak kelapa mengandung asam lemak rantai medium (C8-C14) yang tinggi, sehingga memberikan performan yang lebih baik apabila digunakan sebagai bahan bakar diesel (Hengky, 2006).

## Ampas Minyak Kelapa

Selain minyak kelapa, ampas minyak kelapa juga berpotensi besar untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Khaidir *et al.*, 2015 menyatakan bahwa pengolahan ampas *Kelapa Dalam (tall coconut)* menjadi biodiesel pada perlakuan konsentrasi KOH 3,5% menghasilkan rendemen tertinggi 76% dengan nilai viskositas 2,36 mm/s, densitas 0,859 g/ml, dan bilangan asam 0,187 mg KOH/g biodiesel. Hasil tersebut telah memenuhi standar mutu nasional yang ditetapkan untuk bahan bakar biodiesel.

Selain ampas minyak kelapa, ampas Kelapa mengandung Polisakarida atau tepung-tepungan yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol. Bioetanol merupakan bahan bakar nabati lainnya selain biodiesel. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar pensubsitusi bensin. Proses pembuatan bioetanol ampas kelapa terdiri dari hidrolisis, fermentasi dan pemurnian. Ampas kelapa diperas selama 5 kali hingga kandungan santannya tidak keluar lagi, ampas kelapa dioven dengan suhu 45°C selama 5 jam kemudian diblender hingga menjadi tepung, kemudian ampas kelapa dihidrolisis menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10% sebanyak 200 ml kemudian diambil ampas kelapanya 20gr dan dipanaskan selama 45 menit dengan suhu 80°C. Fermentasi dilakukan dengan bantuan *Saccharomyces* (Kalsum dan Juniar, 2021).

## Air Kelapa

Kandungan air kelapa sebesar 14,90 – 16,38 % pada ketiga desa sampel yang disurvei cukup potensial untuk dijadikan sumber bahan bakar nabati. Salah satu senyawa kimia yang terkandung dalam air kelapa adalah karbohidrat dalam bentuk gula sederhana yaitu glukosa. Glukosa yang terkandung dalam air kelapa dapat dikonversi menjadi bioetanol melalui proses fermentasi.

Fermentasi adalah proses di mana mikroorganisme atau enzim mikroba digunakan untuk menghasilkan asam organik dan bioetanol (Boro *et al.*, 2022). Bioetanol adalah etanol yang dihasilkan dari karbohidrat berupa pati melalui dua tahapan reaksi penting yaitu sakarifikasi dan fermentasi. Kedua proses tersebut dapat berjalan dengan kehadiran mikroorganisme tertentu, yang diantaranya adalah *Amylomyces rouxii* dan *Saccharomyces cerevisiae* (Khaidir *et al.*, 2016; Handayani *et al.*, 2017).

Bioetanol dapat dijadikan sebagai campuran bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak, seperti minyak tanah (kerosin) yang selama ini dipakai untuk pengisi Lampu Teplok sebagai penerang di saat adanya pemadaman listrik pada malam hari (Khaidir, *et al.*, 2022). Bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi masih bercampur dengan bahan-bahan lain yang salah satunya adalah molekul air. Selanjutnya dilakukan proses destilasi untuk memisahkan bioetanol dengan zat lainnya dari hasil fermentasi. Proses destilasi akan menghasilkan bioetanol dengan kadar berkisar antara 94-96% yang dinamakan campuran azeotropik. Bioetanol ini perlu dimurnikan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai campuran bahan bakar. Pemurnian bioetanol dapat dilakukan dengan beberapa cara, di antaranya menggunakan zeolite sintetis maupun zeolite alam yang telah dimodifikasi dalam bentuk penyaring molekuler (*molecular sieve*) (Khaidir *et al.*, 2009). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7390 tahun 2008, bioetanol yang ditambahkan dalam campuran bahan bakar yaitu dengan kadar 99%.

Proses pemurnian bioetanol dapat dilakukan dengan metode penghilangan kandungan air dalam bioetanol. Penghilangan kandungan air dapat dilakukan dengan teknik destilasi dan adsorpsi (Novitasari dan Kusumaningrum, 2012). Konsentrasi bioetanol 99% (*pure analytic*) dapat diperoleh dengan menambahkan zat tambahan (*entrainer*) ke dalam campuran bioetanol dan air yang berfungsi mengikat kandungan air dalam bioethanol. Selanjutnya dilakukan destilasi yang dinamakan dengan destilasi azeotropik (Indarti *et al.*, 2021). Selain destilasi azeotropik, kadar bioetanol 99% juga dapat diperoleh melalui adsorpsi menggunakan zeolit (khaidir *et al.*, 2012).

Bioetanol dengan kadar 99% dapat dipakai sebagai bahan substitusi premium (bensin), sedangkan kadar 40% dapat dijadikan sebagai substitusi minyak tanah (Bustaman, 2008). Menurut Prasetyo dan Fajar (2009) dengan adanya campuran bioetanol dalam bahan bakar motor menyebabkan gas buang (emisi) berbahaya

yang dihasilkan lebih rendah dan kinerja kendaraan semakin baik. Dengan demikian, bioetanol merupakan salah satu energi alternatif penting di masa yang akan datang dimana salah satu bahan baku yang cukup potensial adalah bersumber dari air kelapa.

Selain sebagai bahan baku untuk pembuatan bioetanol, air kelapa yang dibuang sebagai limbah akan mudah terfermentasi karena mengandung bahan-bahan organik. Hal ini bermanfaat bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroba terutama dari golongan bakteri, diantaranya adalah bakteri metagenik. Bakteri ini memproduksi gas metan yang menjadi penyusun utama biogas sebagai bahan bakar alternatif di masa yang akan datang. Dengan kata lain, limbah air kelapa merupakan limbah organik yang juga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk menghasilkan biogas dengan bantuan bakteri metagenesis (Kapahang *et al.*, 2007; Khaidir, 2015).

## Tempurung Kelapa

Selain minyak, ampas, dan air kelapa, tempurung kelapa juga berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber energi alternatif. Tempurung kelapa merupakan bagian lain dari tanaman kelapa yang dapat dioleh menjadi arang. Arang adalah bahan bakar padat energi yang memiliki keunggulan dibandingkan penggunaan biomassa mentah. Dengan demikian, penggunaan arang sebagai sumber energi dapat mengurangi emisi gas rumah kaca ke atmosfer (Ahmad *et al.*, 2021).

Arang dapat dibentuk menjadi briket. Hingga saat ini briket arang digunakan oleh masyarakat untuk keperluan rumah tangga, usaha maupun industri. Briket lebih praktis dan lebih bersih dibandingkan dengan bahan arang, sehingga masyarakat lebih tertarik untuk menggunakannya (Kusmartono *et al.*, 2021).

Potensi briket arang (biobriket) cukup besar untuk menggantikan batu bara yang merupakan bahan bakar yang berasal dari bahan tambang seperti halnya minyak bumi (Khaidir, 2016). Biobriket merupakan salah satu bahan bakar alternatif pengganti batu bara yang ketersediaannya semakin berkurang. Biobriket merupakan bahan bakar padat yang mengandung karbon, mempunyai nilai ekonomi yang tinggi dan dapat menyala dalam waktu yang lama. Biobriket ini merupakan arang yang diperoleh dengan membakar biomassa kering tanpa udara dan dimampatkan dengan bantuan perekat sehingga bentuknya menjadi lebih teratur. Penggunaan biobriket sebagai bahan bakar dapat menghemat penggunaan kayu sebagai hasil utama dari hutan (Arhamsyah, 2010).

Selain untuk pembuatan biobriket, tempurung kelapa juga dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan bio-oil. Bio-oil adalah bahan bakar cair berwarna gelap, beraroma seperti asap. Bio-oil diproduksi dari biomassa seperti kayu, kulit kayu, kertas, atau biomassa lainnya seperti tempurung kelapa melalui teknologi pirolisa (*pyrolysis*) atau pirolisa cepat (*fast pyrolysis*). Bio-oil merupakan *oxygenated molecule* dan bersifat *water soluble*. (Hambali, *et al.*, 2007). Pengembangan bio-oil dapat menggantikan posisi bahan bakar hidrokarbon dalam industri, seperti mesin pembakaran, *boiler*, mesin diesel statis, dan gas turbin. Bio-oil sangat efektif digunakan sebagai substitusi diesel, *heavy fuel oil*, *light fuel oil*, dan natural gas untuk berbagai macam *boiler*. Pencampuran bio-oil dengan alkohol dapat meningkatkan stabilitas dan menurunkan nilai viskositas bahan bakar.

Hasil produksi tempurung kelapa pada ketiga desa adalah berkisar antara 12,51 – 12,93 %. Hasil produksi ini dirasa lebih dari cukup untuk sumber bahan baku pada proses produksi biobriket maupun dalam pembuatan bio-oil. Bahkan tempurung kelapa dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam memproduksi bio-oil yang bermutu tinggi (*high grade bio-oil*) (Wei *et al.*, 2020). Dengan kata lain, tempurung kelapa memiliki potensi yang besar untuk dijadikan sebagai sumber bahan bakar nabati yang ramah lingkungan.

## Sabut Kelapa

Produk samping (*by product*) lain dari tanaman kelapa adalah sabut. Sabut umumnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan karung goni atau pun keset kaki. Sabut kelapa merupakan bagian tanaman kelapa yang belum maksimal dalam penggunaannya. Namun, sabut kelapa juga berpotensi besar untuk dijadikan sebagai sumber bahan baku dalam penyediaan energi alternatif. Sabut kelapa dapat diolah menjadi biobriket (Wijaya dan Anugrah, 2019). Bontong 2017 menyatakan bahwa nilai kalor briket sabut kelapa

sebesar 4047 cal/gram, hal ini lebih rendah dibandingkan briket dari tempurung dan batang kelapa.

Selain untuk pembuatan biobriket, sabut kelapa yang sudah matang maupun sabut kelapa muda dapat juga digunakan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan bioetanol (Gonçalves *et al.*, 2016; Nadliroh dan Fauzi, 2021). Tingkat konversi sabut kelapa matang menjadi bioetanol mencapai 91,17% menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* (Gonçalves *et al.*, 2016). Proses hidrolisis dari serat menjadi bioetanol dapat menggunakan enzim atau pun senyawa asam (Bolivar-Telleria, 2018).

Sabut kelapa merupakan hasil samping dari buah kelapa dengan persentase tertinggi dibandingkan minyak, air, ampas, maupun tempurung kelapa. Berdasarkan hasil suvey, produksi sabut kelapa pada ketiga desa adalah 50,00 – 51,49 %. Hasil tersebut dirasa cukup untuk memproduksi bahan bakar nabati, baik itu dalam bentuk biobriket maupun bioetanol. Kedua bahan bakar ini merupakan bahan bakar nabati yang sifatnya ramah terhadap lingkungan.

## Kesimpulan

Bagian tanaman kelapa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi adalah daging buah yang diolah menjadi minyak. Minyak dan ampas minyak kelapa dapat dijadikan sebagai sumber bahan baku untuk pembuatan biodiesel. Biodiesel digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar. Air kelapa mengandung karbohidrat dalam bentuk glukosa. Glukosa dapat diubah menjadi bioetanol melalui proses fermentasi. Bioetanol hasil fermentasi dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar bensin. Bioetanol merupakan salah satu energi alternatif penting di masa yang akan datang dimana salah satu bahan baku yang cukup potensial adalah bersumber dari air kelapa. Selain minyak, ampas dan air kelapa, tempurung dan sabut kelapa juga memiliki potensi yang besar untuk digunakan sebagai sumber bahan bakar nabati. Arang dari tempurung dan sabut kelapa dapat dibentuk menjadi briket yang penggunaannya dapat mensubstitusi batu bara. Tempurung kelapa juga berpotensi besar digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan bio-oil yang juga merupakan salah satu bahan bakar nabati selain biodiesel dan bioetanol. Sementara itu, sabut kelapa juga dapat dikonversi menjadi bioetanol yang dapat digunakan sebagai substitusi bensin.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Proyek Advanced Knowledge and Skills for Sustainable Growth Project in Indonesia – Asian Development Bank (AKSI-ADB) dalam Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Malikussaleh atas segala biaya yang telah diberikan sehingga terlaksananya penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Ahmad, R.K., Sulaiman, S.A., Umar, H.A., Yusup, S., Dol, S.S., & Inayat, M. 2021. Exploring the potential of coconut shell biomass for charcoal production. *Ain Shams Engineering Journal*. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.05.013>
- Arhamsyah. 2010. Pemanfaatan Biomassa Kayu Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. Vol.2, No.1, pp 42– 48.
- Aristya, V. E., & Prajitno, D. 2013. Kajian aspek budidaya dan identifikasi keragaman morfologi tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) di Kabupaten Kebumen. *Vegetalika*, 2(1), 101 - 115.
- Ayuzar, E., Mahdaliana, Khaidir, Fitria, A., & Erlangga. 2022. Kultivasi mikroalga *Nannochloropsis* sp dalam pupuk kotoran ayam untuk meningkatkan biomassa dan lipid sebagai preliminari produksi biodiesel. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 9(2), pp 125-130. Doi: 10.29103/aa.v9i2.8138
- Azeta, O., Ayeni, A.O., Agboola, O., & Elehinafe, F.B. 2021. A review on the sustainable energy generation from the pyrolysis of coconut biomass. *Scientific African* (13). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00909>
- Bolivar-Telleria, M. Turbay, C., Favarato, L., Carneiro, T. Biasi, R.S.D., Fernandes, A.A.R., Santos, A.M.C. & Fernandes, P.M.B. 2018. Second-Generation Bioethanol from Coconut Husk. *Hindawi. BioMed Research International*. Volume 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/4916497>
- Bontong, Yafet. 2017. Analisis Briket Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *DYNAMIC SAINT. JDS*, Jilid III

- no. 1, Oktober 2017. Pp. 537 – 547.
- Boro, M., Verma, A.K., Chettri, D., Yata, V.K., & Verma, A.K. 2022. Strategies involved in biofuel production from agro-based lignocellulose biomass. *Environmental Technology & Innovation* (28). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102679>
- Bustaman, S. 2008. Strategi pengembangan Bioetanol berbasis Sagu di Maluku. *Perspektif*. 7(2), 65-67. Direktorat Sumber Daya Energi, Mineral, dan Pertambangan. 2015. Kajian Pengembangan Bahan Bakar Nabati (BBN). Kementerian PPN/Bappenas. Jakarta.
- Gafur, A., & Muklis, A. 2022. Rancang Bangun Mesin Pengurai Sabut Kelapa Menjadi Coccopeat dan Cocofiber. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 7(1), 55 - 61.
- Gonçalves, F.A., Ruiz, H.A., Santos, E.S.D., Teixeira, J.A., & Macedo, G.R.D. 2016. Bioethanol production by *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia stipitis* and *Zymomonas mobilis* from delignified coconut fibre mature and lignin extraction according to biorefinery concept. *Renewable Energy* 94 (2016), pp. 353-365. Elsevier Ltd. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.03.045>
- Hambali, E., Mujdalifah, S., Tambunan, A.H., Pattiwiri, A.W. & Hendroko, R. 2007. Teknologi Bioenergi. AgroMedia. Jakarta.
- Handayani, P., Khaidir, & Wirda, Z. 2017. Pengaruh Jenis Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) Terhadap Kadar Bioetanol pada Proses Fermentasi Menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Agrium*, 14(2), pp 45-58.
- Hengky, N. 2006. Minyak Kelapa sebagai Bahan Bakar Nabati untuk Kawasan Pesisir. Buletin Palma, No.31. Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain, Manado.
- Ibrahim, S. 2020. Potensi air kelapa muda dalam meningkatkan kadar kalium. *Indonesian Journal of Nursing and Health Sciences*, 1(1), 9-14.
- Indarti, R., Manfaati, R., Marlina, A., & Keryanti. 2021. Distilasi Azeotrop Campuran Etanol-Air Untuk Meningkatkan Kadar Etanol Menggunakan Entrainer Etil Asetat. *Jurnal Fluida* 14 (1). 24 – 28.
- Jannah, A.M., Cundari, L., Ernas, A.Q., Tamba, J.L., Amalia, R., Wahyuni, I., & Saputra, F. 2022. Pelatihan Pembuatan Bioetanol Dari Air Kelapa Tua Sebagai Bahan Bakar Alternatif Di SMA N 1 Pemulutan. *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, 15(1), 276-281.
- Kalsum, U. & Juniar, H. 2021. Pengaruh Indeks Bias Terhadap Kadar Bioethanol Menggunakan Ampas Kelapa dan *Saccharomyces Cerevisiae* Dengan Proses Fermentasi. *Jurnal Teknik Patra Akademika*. 12 (2): 12 – 17.
- Kapahang, Bintang, A., Hawab, M., Sastraatmadja, M., Solihin, D.D., & Duryadi, D. 2007. Transfer plasmid bakteri metanogenik asal tanah tempat pembuangan air kelapa ke dalam *E. coli* C600 untuk produksi biogas metan. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/46523>. IPB. Bogor.
- Khaidir, Setyaningsih, D & Haerudin, H. 2012. Dehidrasi Bioetanol Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 22 (1):66-72.
- Khaidir, Nasruddin, & D. Syahputra. 2015. Pengolahan Ampas Kelapa Dalam Menjadi Biodiesel Pada Beberapa Variasi Konsentrasi Katalis Kalium Hidroksida (KOH), LPPM Universitas Malikussaleh, *Jurnal Samudera*, 9(1), 77-91.
- Khaidir. 2015. Teknologi Produksi Biogas sebagai Bahan Bakar Alternatif Berbahan Baku Sampah Organik. LPPM Universitas Malikussaleh, *Jurnal Samudera*, 9(2), 51-66.
- Khaidir, Ismadi, & Zulfikar. 2016. Proses Produksi Bioetanol dari Ubi Jalar Merah (*Ipomoea batatas*) Menggunakan Ragi Tape. *Jurnal Agrium*, 13(2), pp 8-14.
- Khaidir. 2016. Pengolahan Limbah Pertanian Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Agrium*, 13(2) 63-68.
- Khaidir, Usnawiyah, Hendriwal, Hafifah, Dewi, E.S., Nurdin, M.Y, & Wirda, Z. 2021. Sorgum Sebagai Pangan Alternatif Dan Sumber Energi Terbarukan Untuk Kemandirian Pangan Dan Energi. *GSS*, 3 (2): 151 – 160. Universitas Samudra. Langsa.
- Khaidir, Usnawiyah, Nurdin, M.Y., Dewi, E.S., Alfitra, A.Y., Pohan, M.L., & Harahap, R.Z. 2022. Characteristics of Smallholder Coconut Cultivation in North Aceh. 3rd Malikussaleh International Conference on Multidisciplinary Studies 2022 (3rd MICoMS 2022). <https://proceedings.unimal.ac.id/micoms/article/view/183>. Universitas Malikussaleh. Aceh Utara.
- Khaidir, D. Setyaningsih, & H. Haerudin. 2009. Modification Of Natural Zeolite As Molecular Sieve Material On Bioethanol Dehydration. *Jurnal Zeolit Indonesia*. 8(2): 97-105.

- Kumar, B.M., & Kunhamu, T.K. 2022. Nature-based solutions in agriculture: A Review of the coconut (*Cocos nucifera* L.)-based farming systems in Kerala, "the Land of Coconut Trees". *Nature-Based Solutions* 2. Elsevier Inc.
- Kusmartono, B., Situmorang, A., & Yuniwati, M. 2021. Pembuatan Briket Dari Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera*) dan Tepung Terigu. *Jurnal Teknologi*. 14(2), 142-149. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v14i2.3770>
- Lugo-Méndez, H., Olivares-Hernández, R., Sánchez-Domínguez, M., Sales-Cruz, M., Lugo-Leyte, R., & Torres-Aldaco, A. 2021. Synthesis of biodiesel from coconut oil and characterization of its blends. *Fuel*, 295. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120595>
- Mardiatmoko, G. & Ariyanti, M. 2018. Produksi Tanaman Kelapa (*Cocos nucifera* L.). Badan Penerbit Fakultas Pertanian. UNPATTI. Ambon.
- Maskromo, I., Novarianto, H., & Agro-Teknologi, D. 2018. Keragaman komponen buah dan kuantitas endosperma kelapa Dalam kopyor Kalianda dan kelapa Genjah kopyor Pati.
- Muchtadi, T.R., Sugiyono, & Ayustaningwarno, F. 2011. Ilmu Pengetahuan Bahan pangan. Alfabeta. Bandung.
- Nadliroh, K. & Fauzi, A.S. 2021. Optimasi Waktu Fermentasi Produksi Bioetanol dari Sabut Kelapa Muda Melalui Distilator Refluks. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*. Undiksha. 9 (2):2614-1884, DOI: 10.23887/jptm.v9i2.39002.
- Nayar, N.M. 2017. Origin and domestication, in: P. Chowdappa, V. Niral, B.A. Jerard, K. Samsudeen (Eds.), Coconut, Daya Publishing House, New Delhi, pp. 39–72.
- Novitasari, D & Kusumaningrum, D. 2012. Pemurnian Bioetanol Menggunakan Proses Adsorpsi dan Distilasi Adsorpsi dengan Adsorbent Zeolit. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 1(1): 534-539.
- Prasetyo, D.B. & Fajar, P. 2009. Pemakaian Gasohol Sebagai Bahan Bakar Kendaraan Bermotor. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Rajesh, K., Natarajan M.P., Devan P.K., & Ponnuvel, S. 2020. Coconut Fatty Acid Distillate As Novel Feedstock For Biodiesel Production And Its Characterization As A Fuel For Diesel Engine. *Renewable Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.10.082>.
- Rampe, M. J. 2017. Pelatihan Pembuatan Briket Dari Arang Tempurung Kelapa Di Kelurahan Kolongan Satu Kota Tomohon. Abdimas: *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 10(01).
- Roy & Abedin. 2022. Potentiality of biodiesel and bioethanol production from feedstock in Bangladesh: A review. *Helion* 8. Elsevier Ltd.
- Saifullah, A.Z.A., Karim, M.A., & Karim, M.R. 2016. Advancement of biodiesel in Bangladesh, *IOSR J. Eng.* 6 (6): 2278-8719.
- Usnawiyah, Khaidir, Nurdin, M.Y., & Dewi, E.S. 2021. Pemanfaatan Lahan Salin Tadah Hujan untuk Budidaya Sorgum. *Jurnal Agrium*, 18(1): 46-51.
- Usnawiyah, Handayani, R.S., Khaidir, K., Ismadi, I., Dewi, E.S., Yusuf, M., & Aryani, D.S. 2023. Growth response and yield of soybean (*Glycine max* L. Merrill) on saline soil unaffected and affected by tsunami using arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). The 4th International Conference on Agriculture and Bio-industry (ICAGRI-2022). IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1183 012041. [doi:10.1088/1755-1315/1183/1/012041](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1183/1/012041)
- Wei, X., Xue, X., Wu, L., Yu, H., Liang, J., & Sun, Y. 2020. High-grade bio-oil produced from coconut shell: A comparative study of microwave reactor and core-shell catalyst. *Energy* 212. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118692>
- Wijaya, N.H. & Anugrah, R.A. 2019. Pemanfaatan Sabut Kelapa Untuk Bahan Dasar Briket Arang Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Seminar Nasional Abdimas II 2019.