

KARAKTERISTIK BIOBRIKET CANGKANG PANGI (*Pangium edule* ReiwN) DENGAN MENGGUNAKAN PEREKAT TEPUNG DARI LIMBAH AMPAS SAGU DAN PENAMBAHAN GETAH PINUS

Muthmainnah Muthmainnah¹ , M. Daud¹ , Hikmah Hikmah¹ , Muhammad Tahnur¹ ,
Jauhar Mukti¹  Baharuddin Baharuddin² , Ifrah Ifrah³ 

AFILIATIONS

1. Program Studi Kehutanan,
Universitas Muhammadiyah
Makassar
2. Fakultas Kehutanan, Universitas
Hasanuddin
3. Badan Penelitian dan
Pengembangan Daerah Kota
Makassar

Correspondence:
muhdaud@unismuh.ac.id

ABSTRACT

Penelitian dilakukan untuk mengetahui perbedaan karakteristik biobriket cangkang pangi (*Pangium edule* ReiwN) pada berbagai kombinasi kadar perekat tepung dari limbah sagu dengan aditif getah pinus. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap faktorial. Faktor pertama adalah komposisi perekat tepung sagu dengan konsentrasi 8%, 12%, dan 16%, sedangkan faktor kedua adalah penambahan getah pinus 0% dan 5%. Pengamatan ini dilakukan dengan 3 kali ulangan. Untuk mengetahui perlakuan terhadap respon dilakukan analisis sidik ragam kemudian dilanjutkan dengan *Tukey Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket arang yang dihasilkan dari cangkang kulit pangi dengan menggunakan perekat tepung dari limbah ampas sagu dan penambahan getah pinus memberikan nilai kadar air berkisar antara 3.09-7.53%, kadar zat menguap (volatile meter) 19.40-25.34%, kadar abu 1.62-3.06%, kadar karbon terikat (*fixed carbon*) 71.61-78.96, kerapatan 0.60-0.70 g/cm³, uji tekan 5.12-7.20 kg/cm³ dan uji nyala 57-132 detik. Pemberian perlakuan yang bervariasi dalam pemberian perekat limbah sagu mempengaruhi kualitas briket arang. Pemberian aditif getah pinus mempercepat penyalaan briket arang cangkang pangi. Kombinasi perlakuan serbuk arang dengan perekat limbah tapioka 12% dan getah pinus 5% merupakan perlakuan optimal dalam meningkatkan kualitas briket arang limbah cangkang pangi dengan penambahan perekat limbah sagu dan aditif berbasis limbah.

KEYWORDS

Bioenergi, Biobriket, Pangi, Sagu, Pinus

RECEIVED 2023/12/12
ACCEPTED 2023/04/22



2023 by FORCES

1. PENDAHULUAN

Krisis energi merupakan permasalahan dunia saat ini. Setiap tahun kebutuhan energi semakin meningkat seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia yang menggunakan bahan bakar, terutama bahan bakar berbasis fosil (Alain, *et al.*, 2010). Keterbatasan persediaan bahan bakar fosil yang semakin menipis mengakibatkan kenaikan harga, oleh karena itu diperlukan suatu alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak (BBM). Maka dari itu, salah satu alternatif yang dipilih adalah pemanfaatan limbah dan penggunaan energi biomassa. Biomassa yang dijadikan sebagai bahan bakar alternatif tentulah yang bersifat ramah lingkungan, mudah diperoleh, lebih ekonomis dan dapat digunakan oleh masyarakat luas (Abbasi, *et.al.*, 2012; Gopalakrishnan, *et.al*, 2012).

Biomassa merupakan salah satu potensi sumber energi yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi krisis energi (Okot, *et.al*, 2022; Granado, *et.al*, 2023). Limbah biomassa pada umumnya berbentuk butiran, serbuk, atau potongan-potongan kecil sehingga penggunaannya menjadi bahan bakar langsung kurang diminati masyarakat (Kalsum, 2016). Selain itu, penggunaan limbah biomassa dalam bentuk aslinya sangat sulit untuk ditransportasikan, memiliki kadar pembakaran rendah karena nilai kerapatannya (*bulk density*) rendah, kadar airnya masih tinggi, dan nilai kalornya rendah. Oleh karena itu, perlu pengembangan teknologi untuk meningkatkan minat penggunaan limbah biomassa yaitu dengan cara mengempa limbah biomassa tersebut menjadi bahan bakar padat (briket) melalui proses densifikasi.

Limbah cangkang pangi (*Pangium edule* Reiw) hampir tidak pernah digunakan karena masyarakat lebih mengutamakan hasil biji dan daunnya sebagai bahan makanan serta dijadikan minyak. Padahal limbah cangkang pangi (kepayang) ini dapat diolah menjadi briket arang (Achmad, 2008). Hal ini dimaksudkan untuk memberi nilai tambah buah tanaman pangi serta dapat menghasilkan produk baru di samping produk utamanya. Limbah sagu dan getah pinus merupakan produk hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang mempunyai prospek yang sangat baik untuk dikembangkan untuk bahan perekat dan aditif pada proses pembuatan biobriket.

Pengembangan energi biomassa (bioenergi) berbasis limbah hasil hutan sangat prospek dikembangkan terutama biobriket karena disamping dapat diperbaharui, ramah lingkungan, *carbon-neutral*, juga mendukung efisiensi pemanfaatan hutan karena dapat memanfaatkan semua komponen kimia kayu (*whole tree utilization*) termasuk limbah pengelolaan kayu dan hasil hutan bukan kayu. Pemanfaatan cangkang pangi (*Pangium edule* Reiw) dengan penambahan perekat berbasis limbah dan aditif getah pinus sangat prospek dikembangkan. Meskipun demikian karakteristik biobriket cangkang pangi (*Pangium edule* Reiw) pada berbagai kombinasi kadar perekat tepung dari limbah sagu dengan kadar getah pinus perlu diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan karakteristik biobriket cangkang pangi (*Pangium edule* Reiw) pada berbagai kombinasi kadar perekat tepung dari limbah sagu dengan aditif getah pinus.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pembuatan briket arang antara lain: alat penggiling, alat pengempa, cetakan briket, ayakan 60 mesh, wadah plastik, pemanas atau kompor, termometer, desikator, oven, kuas, gelas ukur, timbangan analitik, cawan porselin, universal testing gebruder amsler dan *perioxide bomb calorimeter*. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang pangi yang telah jadi arang, air dan bahan perekat tepung dari limbah ampas sagu dan penambahan getah pinus.

Prosedur Penelitian

a. Perlakuan Bahan Baku

Cangkang pangi dibersihkan dan dikeringkan kemudian diarangkan dengan menggunakan tungku *kiln drum* selama $\pm 4-6$ jam. Arang cangkang kemiri dibersihkan dari kotoran, setelah itu bahan baku arang cangkang pangi dihancurkan atau dihaluskan.

b. Pengayakan Serbuk Arang

Serbuk arang yang diperoleh disaring dengan menggunakan saringan 60 mesh sebelum diproses menjadi briket. Serbuk arang yang digunakan adalah serbuk yang lolos dari saringan 60 mesh.

c. Pembuatan Briket Arang

Kerapatan target briket arang yang akan dibuat adalah 0.7 g/cm^3 . Diameter cetakan briket arang memiliki diameter dalam 5.5 cm dan tinggi 5 cm, sehingga total volume cetakan adalah 111.73 cm^2 , sehingga untuk memenuhi target kerapatan maka dibutuhkan volume campuran bahan baku briket setiap cetakan adalah 83.11. Pembuatan briket arang dalam penelitian ini menggunakan serbuk arang, perekat sagu dan getah pinus pada berbagai komposisi dengan berat keseluruhan campuran 83.11 g. Penelitian ini menggunakan rangkangan faktorial 2 faktor yaitu faktor kadar perekat tepung dari limbah ampas sagu dan faktor kadar getah pinus. Adonan campuran serbuk arang, perekat dan getah pinus dimasukkan dalam alat cetakan yang dilengkapi alat penekan, kemudian dilakukan pengempaan.

d. Pengeringan

Briket arang yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada temperatur $60 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Setelah itu dilakukan pengemasan dalam kantong plastik dan ditutup rapat-rapat untuk menjaga agar briket arang tetap dalam keadaan kering.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini adalah kadar air, kadar zat menguap (*volatile matter*), kadar abu, kadar karbon terikat (*fixed carbon*), kerapatan, uji tekan dan uji nyala.

Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan faktorial dengan rancangan dasar rancangan acak lengkap (RAL). Faktor kadar perekat tepung dari limbah ampas sagu masing-masing terdiri atas 3 taraf yaitu 8% (A1), 12% (A2) dan 16% (A3) dan faktor kadar getah pinus masing-masing terdiri atas 2 taraf yaitu 0% (B1), 5% (B2). Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Setiap kombinasi perlakuan diulang masing-masing sebanyak 3 kali yang terdiri atas 3 faktor, yaitu:

1. Kadar perekat tepung dari limbah ampas sagu yang terdiri atas 3 taraf:

A₁ = Kadar perekat 8%
 A₂ = Kadar perekat 12%
 A₃ = Kadar perekat 16%

2. Kadar getah pinus yang terdiri atas 3 taraf:

B₁ = kadar getah pinus 0% (tanpa getah pinus)
 B₂ = kadar getah pinus 5%

Model matematis untuk rancangan faktorial menurut Gaspertz (1991) sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dengan,

Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij (taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B dan taraf ke-k faktor C).
 M = Nilai tengah populasi (rata-rata yang sesungguhnya)
 α_i = Pengaruh aditif taraf ke-i dari faktor A.
 β_j = Pengaruh aditif taraf ke-j dari faktor B.
 (αβ)_{ij} = Pengaruh interaksi taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B.
 ε_{ijk} = Pengaruh galat dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi ijk.

Data diolah dengan sidik ragam yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan. Untuk mengetahui perbedaan antar masing-masing perlakuan pada berbagai perbedaan komposisi, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) atau *Tukey Test* sebagai berikut:

$$BNJ = \omega = q\alpha (p, n_2). SY$$

Dimana:

ω = Nilai uji Tukey
 qα = Nilai tabel Tukey
 p = Jumlah perlakuan
 n₂ = Derajat bebas galat
 SY = $\sqrt{\{(KT \text{ Galat}) / r\}}$
 R = Jumlah ulangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

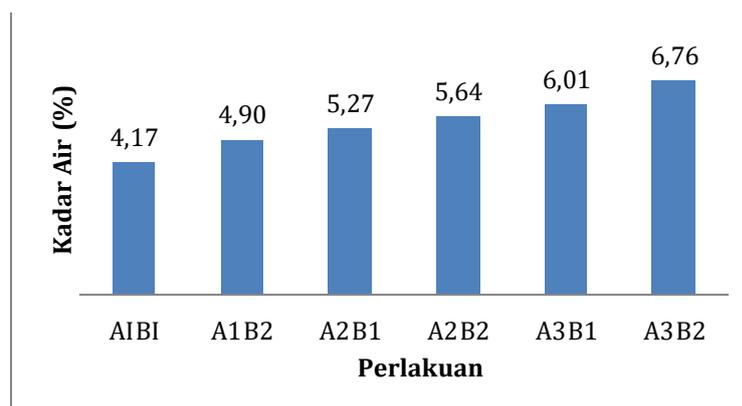
Hasil pengukuran kadar air briket arang yang dibuat dari cangkang pangi yang diberi perekat dengan 3 komposisi 8%, 12% dan 6% serta penambahan getah pinus 0% dan 5% menunjukkan bahwa nilai kadar air berkisar antara 3.09 - 7.53 %. Untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dilakukan uji BNJ, yang hasilnya disajikan pada Tabel 1. Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa perlakuan A1B1 memiliki kadar air terendah sebesar 4,17% berbeda nyata dengan A3B2 namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan lainnya A1B2, A2B1, A2B2, dan A3B1. Nilai kadar air yang diperoleh memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu maksimum 8 % dan standar BPPK yaitu maksimal 7,57%.

Tabel 1. Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Kadar Air Briket Arang Cangkang Pangi pada Komposisi Perekat yang Berbeda serta Penambahan Getah Pinus.

No.	Perlakuan	Rata-rata (%)
1	A1B1	4.17 ^a
2	A1B2	4.90 ^{ab}
3	A2B1	5.27 ^{ab}
4	A2B2	5.64 ^{abc}
5	A3B1	6.01 ^{abc}
6	A3B2	6.76 ^{bc}

Keterangan : Huruf yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5%

Nilai kadar air briket arang yang diperoleh menunjukkan kecenderungan meningkat dengan bertambahnya perekat. Peningkatan jumlah perekat limbah ampas sagu akan menyebabkan jumlah kadar air dalam briket arang meningkat.



Gambar 1. Diagram Kadar Air

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa jumlah bahan perekat yang diberikan memberi pengaruh terhadap kadar air briket arang cangkang pangi. Semakin tinggi jumlah perekat yang digunakan maka semakin tinggi pula kadar air dari briket arang. Kadar air mempengaruhi kualitas briket arang yang dihasilkan (Patandung dan Silaban, 2017). Semakin rendah kadar air maka nilai kalor dan daya pembakarannya

akan semakin tinggi, begitupun sebaliknya. Kadar air briket juga dapat menentukan sifat higroskopis dari briket tersebut. Briket yang memiliki kadar air tinggi akan sulit dinyalakan, mudah rapuh dan ditumbuhi jamur (Gopalakrishnan, et.al, 2012). Semakin tinggi jumlah kadar air briket maka semakin rendah nilai kalor yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan panas yang tersimpan dalam briket terlebih dahulu digunakan untuk mengeluarkan atau menguapkan air yang terperangkap dalam briket sebelum kemudian menghasilkan panas yang digunakan sebagai panas pembakaran (Haggerty, 2011).

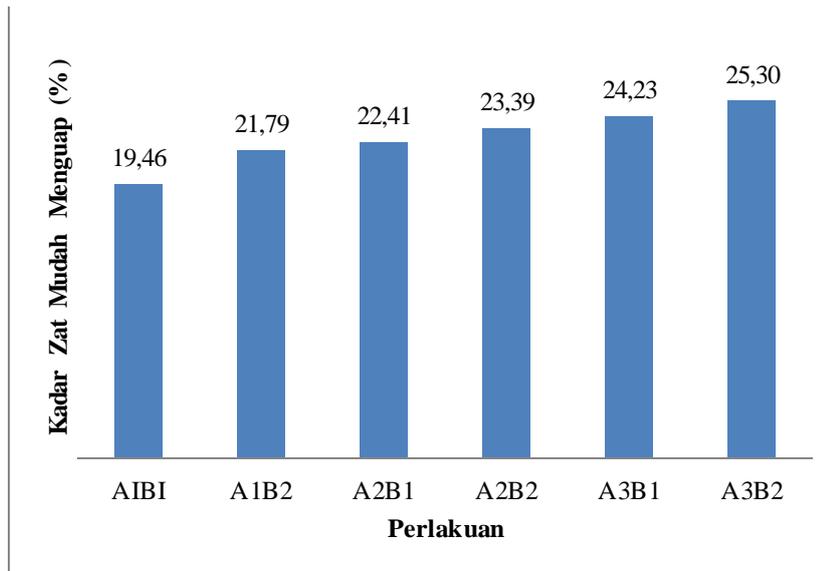
Kadar Zat Menguap (*Volatile*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket arang yang dibuat dari cangkang kulit pangsi dengan menggunakan perekat sagu dan penambahan getah pinus memiliki nilai zat menguap antara 19.40 dan 25.34. Zat menguap terendah dijumpai pada kombinasi A1B1 dengan kadar perekat 8% dan tanpa getah pinus, sedangkan kadar zat menguap tertinggi pada kombinasi A3B2 dengan kadar perekat 16% dan getah pinus 5%. Jika dibandingkan dengan kadar zat menguap briket standar Nasional Indonesia (SNI) maksimum 15% maka kadar zat menguap briket arang cangkang pangsi yang dihasilkan memenuhi standar Nasional Indonesia. Hasil uji BNJ dan nilai rata-rata kadar zat menguap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata- rata Kadar Zat Menguap Briket Arang Cangkang Pangsi pada Komposisi Perekat yang Berbeda serta Penambahan Getah Pinus.

No.	Perlakuan	Rata-rata (%) BNJ
1	A1B1	19.46 ^a
2	A1B2	21.79 ^b
3	A2B1	22.41 ^c
4	A2B2	23.39 ^d
5	A3B1	24.23 ^e
6	A3B2	25.30 ^f

Keterangan : Huruf yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5%



Gambar 2. Diagram Kadar Zat Menguap

Hasil analisa sidik ragam bahwa perlakuan, perekat, getah pinus serta interaksi perekat dan getah pinus memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar zat menguap briket arang cangkang pangsi. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan perlakuan kombinasi perekat sagu dengan getah pinus A1B1 berbeda nyata satu sama lain dengan A1B2, A2B1, A2B2, A3B1 dan A3B2. Dari grafik pada Gambar 2, menunjukkan terjadinya peningkatan zat menguap yang dipengaruhi oleh bertambahnya jumlah bahan perekat yang digunakan, semakin tinggi jumlah perekat maka akan semakin tinggi juga zat menguap dari briket arang cangkang pangsi. Kadar zat menguap adalah zat yang menguap sebagai hasil dekomposisi senyawasenyawa yang masih terdapat di dalam arang selain air. Tinggi rendahnya kadar zat mudah menguap pada briket disebabkan oleh kesempurnaan proses karbonisasi, waktu dan suhu. Semakin lama waktu pembakaran dan semakin tinggi suhu karbonisasi maka semakin banyak zat menguap yang terbuang. Semakin banyak kadar perekat maka semakin banyak kandungan mineral dari bahan perekat akibatnya kadar zat menguap briket arangnya juga makin bertambah (Okot, et.al, 2022).

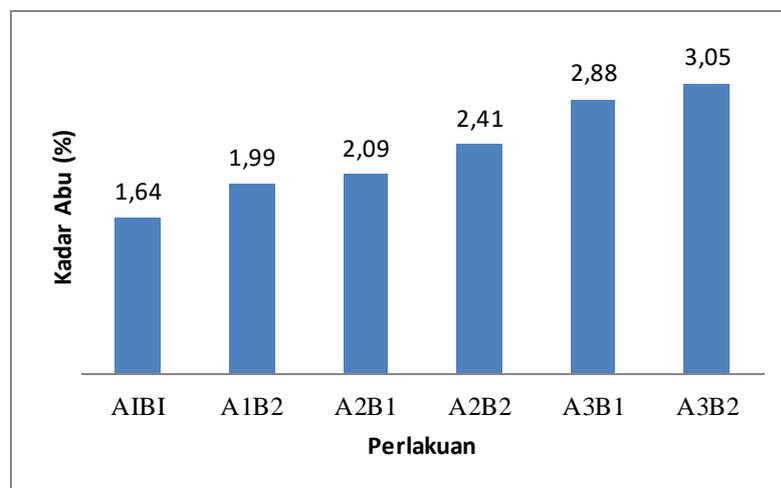
Kadar Abu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket arang yang dibuat dari cangkang kulit pangsi dengan menggunakan perekat sagu dan penambahan getah pinus memiliki nilai kadar abu antara 1.62 dan 3.06%. Kadar abu terendah dijumpai pada kombinasi A1B1 dengan kadar perekat 8% dan tanpa getah pinus, sedangkan kadar zat menguap tertinggi pada kombinasi A3B2 dengan kadar perekat 16% dan getah pinus 5%. Jika dibandingkan dengan kadar abu briket standar Nasional Indonesia (SNI) maksimum 8% maka kadar abu briket arang cangkang pangsi yang dihasilkan memenuhi standar Nasional Indonesia. Hasil uji BNJ dan nilai rata-rata kadar abu disajikan Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Kadar Abu Briket Arang Cangkang Pangi pada Komposisi Perekat yang Berbeda serta Penambahan Getah Pinus.

No.	Perlakuan	Rata-rata (%) BNJ
1	A1B1	1.64 ^a
2	A1B2	1.99 ^b
3	A2B1	2.09 ^c
4	A2B2	2.41 ^d
5	A3B1	2.88 ^e
6	A3B2	3.05 ^f

Keterangan : Huruf yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5%



Gambar 3. Kadar Abu

Hasil analisa sidik ragam bahwa perlakuan, perekat, getah pinus serta interaksi antara perekat dan getah pinus yang diberikan menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar abu briket arang cangkang pangi. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan perlakuan kombinasi perekat sagu dengan getah pinus A1B1 berbeda nyata satu sama lain dengan A1B2, A2B1, A2B2, A3B1 dan A3B2. Pada Gambar 3, grafik kadar abu menunjukkan perekat yang diberikan mempengaruhi jumlah kadar abu briket arang cangkang pangi. Semakin tinggi jumlah perekat sagu yang digunakan maka semakin tinggi pula kadar abu yang dihasilkan. Kadar abu menunjukkan banyaknya kandungan mineral-mineral terutama unsur-unsur logam dalam bahan. Abu merupakan bagian dari proses pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon lagi. Unsur utama abu adalah silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Semakin rendah kadar abu maka semakin tinggi kualitas briket karena kandungan abu yang rendah dapat meningkatkan nilai kalor briket arang. Rendahnya kadar abu dapat disebabkan pemilihan arang yang baik dan adanya proses pembersihan kotoran dan debu sebelum arang dihaluskan (Martawijaya, dkk,1981).

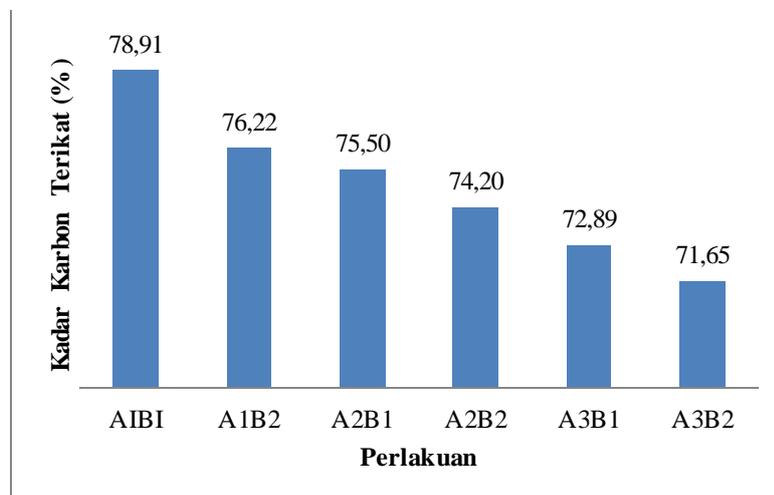
Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket arang yang dibuat dari cangkang kulit pangi dengan menggunakan perekat sagu dan penambahan getah pinus memiliki nilai kadar abu antara 71.61 dan 78.96. Kadar karbon terikat terendah dijumpai pada kombinasi A3B2 dengan kadar perekat 16% dan getah pinus 5%, sedangkan kadar karbon terikat tertinggi pada kombinasi A3B2 dengan kadar perekat 8% dan tanpa getah pinus. Jika dibandingkan dengan kadar karbon terikat briket, standar Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan yaitu 78.35, maka kadar karbon terikat arang cangkang pangi yang dihasilkan memenuhi standar BPPK. Hasil uji BNJ dan nilai rata-rata kadar karbon disajikan Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji BNJ dan nilai Rata-rata Kadar Karbon Terikat Briket Arang Cangkang Pangi pada Komposisi Perekat yang Berbeda serta Penambahan Getah Pinus.

No.	Perlakuan	Rata-rata (%) BNJ
1	A1B1	78.91 ^a
2	A1B2	76.22 ^b
3	A2B1	75.50 ^c
4	A2B2	74.20 ^d
5	A3B1	72.89 ^e
6	A3B2	71.65 ^f

Keterangan : Huruf yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5%



Gambar 4. Kadar Karbon Terikat

Hasil analisis sidik ragam bahwa perlakuan, perekat, getah pinus serta interaksi antara perekat dan getah pinus yang diberikan menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar karbon terikat briket arang cangkang pangi. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi perekat dengan getah pinus A1B1 berbeda nyata satu sama lain dengan A1B2, A2B1, A2B2, A3B1 dan A3B2. Dari grafik gambar 4 menunjukkan semakin tinggi jumlah kadar perekat yang digunakan maka akan terjadi

penurunan kadar karbon dari briket arang cangkang pangki. Kadar karbon terikat berpengaruh terhadap nilai kalor bakar briket arang. Kadar karbon terikat akan bernilai tinggi apabila nilai kadar abu dan kadar zat mudah menguap briket arang rendah. Semakin tinggi kadar karbon terikat pada arang kayu maka menandakan arang tersebut adalah arang yang baik. Pada proses pembakaran membutuhkan karbon yang bereaksi dengan oksigen untuk menghasilkan.

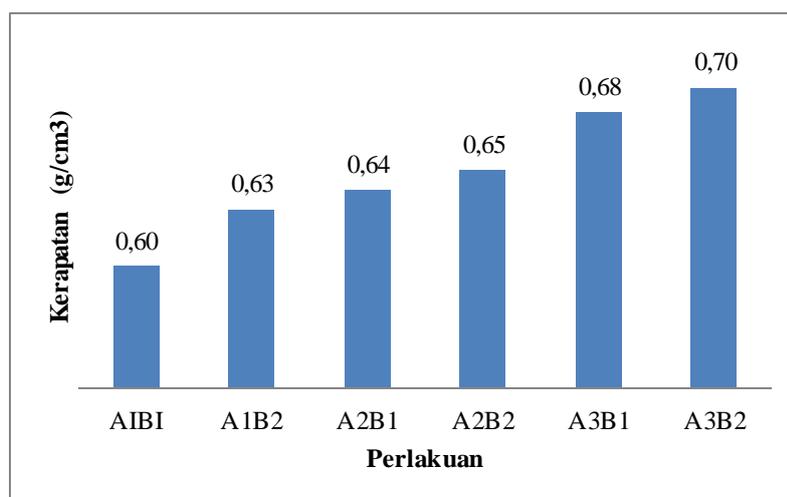
Kerapatan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket arang yang dibuat dari cangkang kulit pangki dengan menggunakan perekat sagu dan penambahan getah pinus memiliki nilai kerapatan antara 0.60 dan 0.70. Kerapatan terendah dijumpai pada kombinasi A1B1 dengan kadar perekat 8 % dan dan getah pinus, sedangkan kaerapatan tertinggi pada kombinasi A3B2 dengan kadar perekat 16 % dan getah pinus 5%. Jika dibandingkan dengan kerapatan briket standar yaitu maksimum 0.7 g/cm³, maka kerapatan arang cangkang pangki yang dihasilkan memenuhi standar. Hasil uji BNJ dan nilai rata-rata kerapatan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata- rata Kerapatan Briket Arang Cangkang Pangki pada Komposisi Perekat yang Berbeda serta Penambahan Getah Pinus.

No.	Perlakuan	Rata-rata (gr/cm ³) BNJ
1	A1B1	0.60
2	A1B2	0.63
3	A2B1	0.64
4	A2B2	0.65
5	A3B1	0.68
6	A3B2	0.70

Keterangan : Huruf yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5%



Gambar 5. Kerapatan

Hasil analisis sidik ragam bahwa perlakuan, perekat, getah pinus serta interaksi antara perekat dan getah pinus yang diberikan menunjukkan pengaruh yang tidak nyata terhadap kerapatan briket arang cangkang pangi sehingga tidak dilakukan uji lanjut dengan uji BNJ. Pada Gambar 5 menunjukkan semakin tinggi kadar perekat yang digunakan maka semakin tinggi pula kerapatan dari briket arang cangkang pangi. Nilai kerapatan briket arang yang diperoleh menunjukkan kecenderungan naik dengan bertambahnya perekat. Penambahan perekat akan menyebabkan luas permukaan kontak partikel briket arang yang diselubungi oleh perekat tapioka meningkat, sehingga menyebabkan daya rekat (*adhesi*) partikel dengan tepung tapioka juga meningkat. Hal ini menyebabkan peningkatan kerapatan briket arang yang dihasilkan (Granado, et.a, al., 2023).

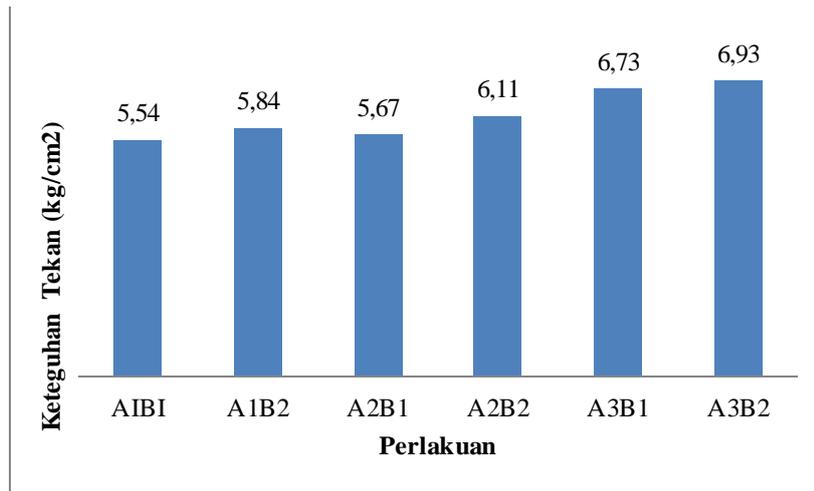
Keteguhan Tekan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket arang yang dibuat dari cangkang kulit pangi dengan menggunakan perekat sagu dan penambahan getah pinus memiliki nilai kadar air antara 5.12 g/cm² dan 7.20g/cm². Kadar air terendah dijumpai pada kombinasi A1B1 dengan kadar perekat 8% dan tanpa getah pinus, sedangkan kadar air tertinggi pada kombinasi A3B2 dengan kadar perekat 16% dan getah pinus 5%. Jika dibandingkan dengan uji tekan briket standar yaitu maksimum 12 kg/cm³, maka uji tekan briket arang cangkang pangi yang dihasilkan memenuhi standar. Hasil uji BNJ dan nilai rata-rata keteguhan tekan di sajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata- rata Keteguhan Tekan Briket Arang Cangkang Pangi pada Komposisi Perekat yang Berbeda serta Penambahan Getah Pinus.

No.	Perlakuan	Rata-rata (kg/cm ²) BNJ
1	A1B1	5.54 ^a
2	A1B2	5.67 ^{ab}
3	A2B1	5.84 ^{abc}
4	A2B2	6.11 ^{abcd}
5	A3B1	6.73 ^d
6	A3B2	6.93 ^e

Keterangan : Huruf yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5%



Gambar 6. Keteguhan Tekan

Hasil analisa sidik ragam bahwa perlakuan dan perekat memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap uji tekan briket arang yang dihasilkan, sedangkan getah pinus menunjukkan pengaruh nyata namun interaksi antara perekat dan getah pinus menunjukkan pengaruh yang tidak nyata. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan perlakuan komposisi perekat dan getah pinus A1B1 berbeda nyata satu sama lain dengan A3B1 dan A3B2 namun berbeda tidak nyata dengan A1B2, A2B1, dan A2B2.

Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar perekat maka akan terjadi peningkatan nilai tekan dari briket arang cangkang pangi. Nilai keteguhan tekan briket arang yang diperoleh menunjukkan kecenderungan naik dengan bertambahnya perekat. Peningkatan jumlah perekat akan menyebabkan kerapatan briket arang cenderung meningkat sehingga menyebabkan keteguhan tekan briket arang yang dihasilkan juga meningkat. Penambahan kadar perekat akan menambah daya ikat antara perekat arang pada briket. Selain itu, keteguhan tekan juga disebabkan tekanan pengempaan yang diberikan (Pari *et al.* 1990).

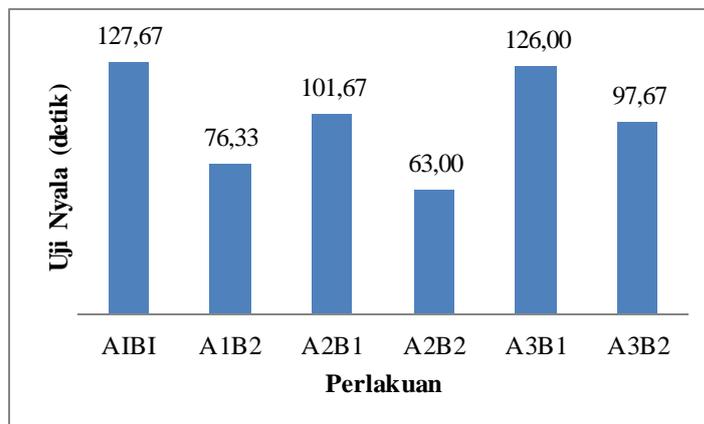
Penyalan Awal

Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket arang yang dibuat dari cangkang kulit pangi dengan menggunakan perekat sagu dan penambahan getah pinus memiliki nilai antara 57 detik dan 132 detik. Uji nyala terendah dijumpai pada kombinasi A2B2 dengan kadar perekat 12% dan penambahan getah pinus 5%, sedangkan nilai tertinggi pada kombinasi A1B2 dengan kadar perekat 8% dan getah pinus 5%. Dari pengujian ini menunjukkan bahwa penambahan getah pinus dapat mempercepat proses penyalan pada briket. Hasil uji BNJ dan nilai rata-rata penyalan awal disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Penyalaan Awal Briket Arang Cangkang Pangi pada Komposisi Perekat yang Berbeda serta Penambahan Getah Pinus.

No.	Perlakuan	Rata-rata (detik) BNJ
1	A1B1	128
2	A1B2	76
3	A2B1	102
4	A2B2	63
5	A3B1	126
6	A3B2	98

Keterangan : Huruf yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5%



Gambar 7. Uji Nyala

Hasil analisa sidik ragam bahwa perlakuan, getah pinus memberikan pengaruh yang sangat nyata, sedangkan perekat menunjukkan pengaruh yang nyata namun interaksi antara perekat dan geta pinus menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan perlakuan komposisi perekat dan getah pinus berpengaruh tidak berbeda nyata terhadap uji nyala arang cangkang pangi yang dihasilkan. Dari gambar 7 grafik uji nyala menunjukkan bahwa penambahan getah pinus cenderung dapat mempercepat proses penyalaan briket arang cangkang pangi dan kadar perekat yang digunakan juga akan mempengaruhi lama waktu penyalaan, semakin tinggi kadar perekat maka semakin lama pula waktu yang dibutuhkan untuk penyalaan briket arang. Hal ini disebabkan karena pada perekat terdapat kadar, air sehingga semakin tinggi kadar perekat maka semakin tinggi pula kadar airnya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Briket arang yang dihasilkan dari cangkang kulit pangi dengan menggunakan perekat tepung dari limbah ampas sagu dan penambahan getah pinus memberikan nilai kadar air berkisar antara 3.09-7.53 %, kadar zat menguap (volatile matter) 19.40-25.34 %, kadar abu 1.62-3.06 %, kadar karbon terikat (fixed carbon) 71.61-78.96, kerapatan 0.60-0.70 g/cm³, uji tekan 5.12-7.20 kg/cm³ dan uji nyala 57-132 detik. Semua

kombinasi perlakuan telah memenuhi SNI 01-6235-2000 tentang Briket Arang kecuali kadar zat mudah menguap. Pemberian perlakuan yang bervariasi dalam pemberian perekat limbah sagu mempengaruhi jumlah kadar air, kadar zat menguap, kadar abu, kadar karbon terikat, kerapatan, keteguhan tekan, dan penyalaan awal briket cangkang pangsi. Pemberian getah pinus pada briket arang cangkang pangsi mempengaruhi cepat nyala dan lebih cepat pula membara pada penyalaan awal briket arang cangkang pangsi. Kualitas briket arang cangkang pangsi yang dihasilkan dari pengujian beberapa taraf dipengaruhi oleh kombinasi serta komposisi perekat sagu dan penambahan getah pinus. Pemberian aditif getah pinus mempercepat penyalaan briket arang cangkang pangsi. Terdapat perbedaan signifikan antara masing-masing kombinasi perlakuan kadar perekat tapioka dan kadar getah pinus terhadap karakteristik briket arang terutama kadar air, kadar zat menguap, kadar abu, kadar karbon terikat, kerapatan, keteguhan tekan, dan penyalaan awal. Kombinasi perlakuan serbuk arang 83%, perekat limbah tapioka 12% dan getah pinus 5% (A2B2) merupakan perlakuan optimal dalam meningkatkan kualitas briket arang limbah cangkang pangsi dengan penambahan perekat limbah sagu dan aditif berbasis limbah.

Saran

Pemanfaatan cangkang kulit pangsi dengan menggunakan perekat tepung dari limbah ampas sagu dan penambahan getah pinus untuk briket arang sangat prospek dikembangkan pada masyarakat sekitar hutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, M. 2008, Kualitas Briket Arang Kulit Biji Kepayang (*Pongamia edule Reinw*) dengan Penggunaan Perekat Tapioka. Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Hutan. Jurusan Kehutanan. Fakultas Kehutanan. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Alain A. Vertes, Nasib Qureshi, Hans P. Blaschek and Hideaki Yukawa. 2010. Biomass to Biofuels: Strategies for Global Industries. John Wiley and Sons, Ltd., UK
- Gaspersz, V. 1994. Metode Rancangan Percobaan untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Teknik dan Biologi. Buku. CV Armico. Bandung. 472 p.
- Gopalakrishnan, K., J. H. van Leeuwen, and R.C. Brown. 2012. Sustainable Bioenergy and Bioproducts Value Added Engineering Applications. Springer-Verlag, London
- Granado, M.P.P, A. M.T. Gadelha, D.S. Rodrigues, G.C Antonio , A.C. De Conti. 2023. Effect Of Torrefaction On The Properties Of Briquettes Produced From Agricultural Waste. Bioresource Technology Reports 21 (1): 1-7
- Haggerty, P. 2011. Biomass Crops: Production, Energy and The Environment. Nova Science Publishers, Inc. New York
- Kalsum, U. 2016. Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Limbah Tongkol Jagung, Kulit Durian Dan Serbuk Gergaji Menggunakan Perekat Tapioka. Distilasi 1 (1): 42-50
- Martawijaya, A., Kartasujana, I., kadir, K.dan Prawira, S.A. (1981). Atlas Kayu Indonesia; Jilid I. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan

- Okot, D.K., P.E. Bilsborrow Dan A. N. Phan. 2022. Thermo-Chemical Behaviour Of Maize Cob And Bean Straw Briquettes. *Energy Conversion And Management* 16 (1): 1-8
- Pari, G., D. Hendra, H. Hartoyo. 1990. Beberapa Sifat Fisis Dan Kimia Briket Arang Dari Limbah Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 7 (2): 61-67
- Patandung, P Dan D.P. Silaban. 2017. Karakteristik Penyalaan Briket Limbah Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dengan Bahan Pemantik Abu Kelapa (Cocodust). *Jurnal Riset Teknologi Industri* 1 (1): 50-58