

Pembuatan Bahan Bakar Padat Biomassa Dari Limbah Sampah Organik Dengan Teknologi *Biodrying*

Muhammad Kautsar¹*

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Kota Lhokseumawe

*Koresponden email: mhd.kautsar0@gmail.com

ABSTRACT

The increasing population causes the amount of waste and energy consumption to increase. A recovery concept is needed that can utilize the energy contained in waste into alternative energy, namely *biodrying*. *Biodrying* is a waste processing method that utilizes the activity of microorganisms in decomposing organic material. *Densification* and *innovation* were carried out to make storage and transportation easier by making solid biomass fuel pellets with an adhesive mixture. This research aims to determine the effect of *biodrying* residence time and arpus adhesive concentration on the quality of the solid biomass fuel produced, including several tests, namely ash content, water content, volatile content, and burning time based on SNI 8951-2020. The production of solid biomass fuel was carried out by varying the *biodrying* residence time of 7, 10, 14, 18, 21 days and the arpus adhesive concentration of 5, 10, 15, 20, 25%. The research results showed that the best and optimal product was obtained with a *biodrying* time of 18 days and an adhesive concentration of 10% with an ash content of 7.50%, a water content of 11.96%, a volatile content of 69.88% and a flash time of 25 minutes.

Keywords— *Biodrying*, arpus, biomass, fuel, organic waste

I. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk yang semakin meningkat mengakibatkan jumlah sampah dan konsumsi energi semakin bertambah. Dua permasalahan ini sering dijumpai pada negara-negara yang pertumbuhan ekonominya sedang berkembang. Menurut data Dewan Energi Nasional 2022, konsumsi energi Indonesia di berbagai sektor seperti industri, transportasi, dan rumah tangga tercatat terus bertambah dengan laju rata – rata pertumbuhan pertahun sebesar 4,8%, sedangkan sebaliknya cadangan energi Nasional yang semakin menipis membawa kekhawatiran terhadap krisis energi di masa mendatang jika tidak ditemukan sumber-sumber energi yang baru. Pada sisi lain, pertumbuhan ekonomi dan penduduk juga menyebabkan peningkatan produksi sampah. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), volume timbulan sampah di Indonesia mencapai 35,92 juta ton sepanjang 2022. Angka tersebut naik 21,92% dari 2021 yang sebanyak 29,46 juta ton [1].

Timbulan municipal solid waste (MSW) akibat industrialisasi, urbanisasi dan pertumbuhan penduduk telah menimbulkan masalah tentang kerusakan lingkungan dan bahaya kesehatan manusia, terutama di negara-negara berkembang. Sejauh ini penanganan sampah masih sulit untuk ditangani. Beberapa usaha untuk mengurangi volume sampah yang telah berlangsung di TPA saat ini seperti pengambilan oleh pemulung pada sampah yang dapat didaur ulang. Pengolahan dengan cara komposting sampah yang mudah membusuk telah dilakukan sebagai upaya sebagian penanganan. Akan tetapi usaha tersebut masih menyisahkan sampah yang harus dikelola dan memerlukan biaya yang tinggi dan lahan luas. Penanganan sisa sampah di TPA hingga saat ini masih menggunakan pembakaran dan open dumping. Pembakaran biasanya dilakukan dengan insenerator atau pembakaran di tempat terbuka. Hal tersebut menimbulkan permasalahan baru bagi lingkungan yang akan membuat tanah, air, dan udara tercemar. Oleh karena itu, diperlukan suatu konsep *recovery* yang dapat memanfaatkan energi yang terkandung di dalam sampah menjadi energi alternatif.

Sampah adalah barang-barang atau benda-benda yang sudah tidak berguna lagi dan harus di buang. Sampah kadang-kadang

harus dimusnahkan dengan dibakar, karena dianggap mengotori dan menjadi sarang penyakit. Istilah sampah diberikan kepada barang-barang atau bahan-bahan buangan rumah tangga atau pabrik yang tidak digunakan lagi atau tidak terpakai dalam bentuk padat. Sampah merupakan campuran dari berbagai bahan baik yang tidak berbahaya seperti sampah dapur (organik) maupun bahan - bahan berbahaya yang dibuang oleh pabrik dan rumah tangga yang dapat digunakan kembali atau didaur ulang maupun yang tidak dapat didaur ulang [2].

Biodrying adalah suatu metode pengolahan sampah yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme dalam penguraian material organik [3]. *Biodrying* (*biological drying*) yaitu pengolahan *mechanical-biological treatment* (MBT) yang mendekomposisi secara aerobik untuk mengeringkan dan sebagian menstabilkan sampah [4]. Teknik pengeringan sampah bergantung pada aktivitas biologi dari mikroorganisme agar dapat mengurangi kadar air sehingga dapat meningkatkan nilai kalor, sampah dengan kadar air yang terendah dapat ditransformasikan menjadi bahan bakar di masa yang akan datang. Berbeda dengan komposting, *biodrying* memerlukan waktu yang pendek yaitu berkisar 2-3 minggu.

Biodrying biasanya dilakukan dengan proses aerob. Prinsip dari proses ini yaitu mendorong terjadinya evaporasi dengan memanfaatkan panas yang dihasilkan dari proses degradasi zat organik. Keuntungan dari proses *biodrying* adalah mengurangi massa sampah dan emisi CH₄, CO₂, SO₂, NO_x, serta emisi debu dari *landfill* sampah ke atmosfer. Panas yang dihasilkan pada proses *biodrying* merupakan tanda terjadinya aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi senyawa organik. Jenis mikroorganisme yang terdapat pada *biodrying* berdasarkan fase suhu yang dihasilkan terdiri dari mikroorganisme mesofilik dan mikroorganisme termofilik. Aktivitas mikroorganisme dapat terjadi secara alami untuk melakukan dekomposisi dan pengeringan produk. Selain itu, *biodrying* dapat membantu menurunkan kadar air dari sampah organik seminimal mungkin sehingga dapat mempertahankan *heating value*.

Bioreaktor (reaktor biologi) atau dikenal juga dengan nama fermentor adalah sebuah peralatan atau sistem yang mampu menyediakan sebuah lingkungan biologis yang dapat menunjang terjadinya reaksi biokimia dari bahan mentah menjadi bahan yang dikehendaki. Reaksi biokimia yang terjadi di dalam

bioreaktor melibatkan organisme atau komponen biokimia aktif (enzim) yang berasal dari organisme tertentu, baik secara aerobik maupun anaerobik. Adapun reaksi yang terjadi pada reaktor yang terjadi saat *biodrying* adalah proses nitrifikasi. Kehadiran oksigen yang akan mempercepat proses nitrifikasi. Proses nitrifikasi terjadi melalui dua tahap, yaitu transformasi ammonium menjadi nitrit oleh bakteri pengoksidasi *Nitrosomonas*, dan oksidasi nitrit menjadi nitrat oleh *Nitrobacter*.

Biomassa merupakan bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik, baik berupa produk atau buangan, seperti tumbuhan, kotoran, limbah pertanian, dan sebagainya. Biomassa memiliki kemiripan seperti energi fosil yang berasal dari makhluk hidup. Biomassa terdiri atas beberapa komponen yaitu kadar air (*moisture content*), zat terbang/mudah menguap (*volatile matter*), karbon terikat (*fixed carbon*), dan abu (*ash*). Proses pengeringan akan menghilangkan *moisture*, *devolatilisasi* yang merupakan tahapan pirolisis akan melepaskan volatil, pembakaran biomassa melepaskan karbon terikat dan sisa pembakaran menghasilkan abu. Biomassa pada umumnya mempunyai densitas yang cukup rendah, sehingga akan mengalami kesulitan dalam penanganannya. Densifikasi adalah solusi yang dapat mengatasi permasalahannya ini. Densifikasi adalah suatu metode pengembangan fungsi sumber daya. Densifikasi biomassa bertujuan untuk meningkatkan densitas dan menurunkan persoalan penanganan seperti penyimpanan dan pengangkutan, densifikasi biomassa mempunyai beberapa keuntungan seperti menaikkan kualitas produk per unit volume, mudah disimpan dan diangkut, dan mempunyai ukuran dan kualitas yang seragam.

Adapun Syarat mutu bahan bakar padat biomassa diambil dari SNI pelet biomassa berdasarkan SNI 8951/2020 :

Tabel 1 SNI bahan bakar padat biomassa 8951 : 2020

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Kualitas			Metode Uji
			Premium	Standar	Utilitas	
1	Densitas (kerapatan)	g/cm ³ , min.	0,5	0,5	0,5	SNI 8021
2	Kadar abu ^{a)}	% berat, maks.	1,5	3	4	SNI 06-3730
3	Kadar air ^{a)}	% berat, maks.	9,5	10	12	SNI 01-1506
4	Kadar zat mudah menguap ^{a)}	% , maks	72	71	70	SNI 06-3730
5	Kadar karbon tetap ^{a)}	%, min.	17	16	14	SNI 06-3730
6	Nilai kalor netto ^{a)}	kcal/kg, min	4.300	4.300	4.040	SNI 01-6235
7	Kadar Klorin ^{b)}	%, maks	0,02	0,03	0,05	lihat 6.1
8	Kadar Kalium (sebagai K ₂ O)	%, maks ^{c)}	5	10	20	lihat 6.2
9	Kadar Natrium (sebagai Na ₂ O)	%, maks ^{c)}	2,5	2,5	5	lihat 6.2
10	Kadar Sulfur Total ^{b)}	%, maks	0,05	0,05	0,1	lihat 6.3
11	Hardgrove Grindability Index	HGI, min	32	32	32	lihat 6.4
12	Ash Fusion Temperatur: IDT (at Reducing Atmosphere)	°C, min	1.200	1.180	1.150	lihat 6.5

Bahan bakar diartikan sebagai bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan proses pembakaran tersebut dengan sendirinya disertai dengan pengeluaran panas. Bahan bakar dibakar dengan tujuan untuk memperoleh panas tersebut. Beberapa macam bahan bakar yang dikenal adalah bahan bakar fosil, seperti batubara, minyak bumi, dan gas bumi, dan bahan

bakar nuklir, seperti uranium dan plutonium. Bahan bakar, ditinjau dari keadaannya dan wujudnya dapat padat, cair atau gas, sedang ditinjau dari cara terjadinya dapat alamiah dan non-alamiah atau buatan. Bahan bakar fosil dan bahan bakar organik lainnya umumnya tersusun dari unsur-unsur C (karbon), H (hidrogen), O (oksigen), N (nitrogen), S (belerang), P (fosfor) dan unsur-unsur lainnya dalam jumlah kecil, namun unsur-unsur kimia yang penting adalah C, H dan S, yaitu unsur-unsur yang jika terbakar menghasilkan kalor, dan disebut sebagai bahan yang dapat terbakar. Unsur-unsur lain yang tidak dapat terbakar adalah O, N, bahan mineral atau abu dan air.

Sifat fisik pelet biomassa meliputi karakteristik biomassa secara alamiah menurut [5] adalah: (1.) Ketergerusan (*grindability*) : *Grindability* merupakan sifat yang berhubungan dengan tingkat kemudahan peggerusan dan pelumatan. Sifat ini meliputi kekerasan, kekuatan, dan *fracture* biomassa; (2.) Kestabilan Ukuran (*stability*) : *Stability* merupakan tingkat kemudahan biomassa biomassa untuk pecah dan sangat penting untuk pengangkutan. Makin stabil ukurannya saat pengangkutan, maka bahan bakar biomassa tersebut makin disukai konsumen; (3.) Daya Tahan Biomassa (*durability*): Daya tahan bahan bakar biomassa merupakan tingkat ketahanan bahan bakar biomassa terhadap lingkungan yang dapat diuji dengan menggunakan alat fabrikasi; (4.) Kuat Tekan (*compressive strength*): Kuat tekan merupakan jumlah maksimum dari pengujian kuat tekan suatu material untuk melihat ketahanan material tersebut hancur.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas bahan bakar biomassa [6] : (1) Lama penyalaan bahan bakar biomassa yaitu kecepatan pembakaran dipengaruhi oleh struktur bahan, kandungan karbon terikat dan tingkat kepadatan baha. Jika biomassa memiliki kandungan senyawa volatil (zat yang mudah menguap) yang tinggi, maka bahan bakar biomassa akan mudah terbakar dengan kecepatan pembakaran tinggi. (2) Kadar Air yaitu semakin meningkatnya kadar air dalam bahan bakar biomassa sangat berpengaruh terhadap suhu pembakaran maksimum sehingga meningkatnya waktu yang diperlukan untuk pembakaran sempurna dalam tungku pembakaran. Jumlah kadar air dalam biomassa memiliki kepentingan besar dalam hal daya tahan penyimpanan, nilai kalor bersih, pengapian diri dan lain-lain. (3) Kadar Abu adalah abu dalam hal ini merupakan bagian yang tersisa dari hasil pembakaran biomassa. Salah satu penyusun abu adalah silika, pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor biomassa yang dihasilkan. (4) Kadar Volatil adalah pengujian kadar volatile bertujuan untuk mengetahui kandungan zat terbang dalam biomassa yang akan dihasil pada saat dilakukan pembakaran. Nilai volatil sangat berpengaruh terhadap kesempurnaan pembakaran dan nyala api yang akan dihasilkan

Gondorukem (resina *colophonium*) adalah olahan dari getah hasil sadapan pada batang tusam (Pinus). *Gondorukem* merupakan hasil pembersihan terhadap residu proses destilasi (penyulingan) uap terhadap getah tusam. Hasil destilasinya sendiri menjadi terpentin. *Arpus* (*gondorukem*) merupakan salah satu jenis perekat terbaik dibandingkan sagu aren dan tapioka. Hal ini dapat dilihat dari lama waktu bakar [7].

Permasalahan timbul dari proses *biodrying* ini adalah belum dapatnya waktu tinggal yang tepat untuk mengeringkan limbah sampah organik, sehingga dibutuhkannya penelitian yang lebih lanjut untuk mengetahui waktu tinggal dalam reaktor yang tepat agar diketahui waktu optimal sehingga dapat menekan biaya produksi. Pengaruh penggunaan kadar perekat juga menjadi

pertimbangan agar didapatkannya jumlah perekat yang cocok dan menjadikan bahan bakar alternatif ini menjadi ekonomis.

Pada kajian ini Penulis tertarik untuk membuat bahan bakar padat biomassa dari limbah sampah organik kota dengan menggunakan perekat yang berbeda dari biasanya untuk mengetahui apakah kualitas produk yang dihasilkan akan menjadi lebih baik dengan tujuan mengurangi jumlah timbulan limbah sampah dan bisa menjadi bahan bakar alternatif di masa mendatang.

II. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe. Pembuatan bahan bakar dilakukan dengan variasikan waktu tinggal dalam reaktor *biodrying* selama 7, 10, 14, 18, 21 hari dan variasi kadar perekat 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. Proses pembuatan bahan bakar biomassa diawali dengan pengumpulan sampah Kota Lhokseumawe dan memilah sampah organik terlebih dahulu. Kemudian sampah organik dimasukkan dalam reaktor *biodrying* selama variasi waktu tertentu. Setelah sampah menjadi kering kemudian dilakukan penghalusan dengan *crusher* dan dilakukan pengayakan menggunakan ayakan 40 mesh. Setelah itu bahan baku dicampur dengan perekat *arpus* dengan variasi konsentrasi dan dicetak Selanjutnya dilakukan pengeringan selama 7 agar tidak terganggunya kadar air. Selanjutnya bahan bakar biomassa tersebut dilakukan pengujian meliputi 5 parameter yakni kadar air, kadar abu, kadar volatil, lama waktu nyala, dan termogravimetri.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2024. Penelitian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe, dapat diketahui nilai kadar air, kadar abu, kadar volatil, lama waktu nyala, dan termogravimetri.

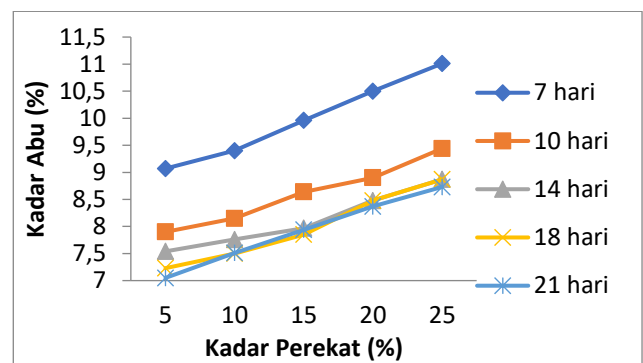
Tabel 2. Hasil data pengamatan pada bahan bakar biomassa

Kadar Perekat (%)	Waktu <i>Biodrying</i> (hari)	Kadar Abu (%)	Kadar Air (%)	Kadar <i>Volatile</i> (%)	Waktu Nyala (menit)
5	7	9,07	14,10	80,88	28,5
	10	7,96	13,78	79,33	28
	14	7,54	12,08	70,89	27
	18	7,23	11,74	68,41	26
	21	7,05	11,66	68,01	25,2
10	7	9,40	14,38	82,38	28
	10	8,15	14,18	83,98	27,2
	14	7,76	12,48	73,80	26,4
	18	7,50	11,96	69,88	25
	21	7,51	11,80	68,83	24
15	7	9,96	15,00	85,16	27
	10	8,64	14,50	85,03	26,5
	14	7,97	12,96	77,32	25
	18	7,85	12,34	70,44	24,5
	21	7,94	12,28	69,10	23
20	7	10,50	15,38	88,36	26,2
	10	8,90	14,84	86,31	25
	14	8,48	13,48	80,26	24,4
	18	8,48	12,76	72,05	24
	21	8,37	12,78	70,13	22,5
25	7	11,01	15,96	91,83	25
	10	9,44	15,12	89,47	24,3
	14	8,77	13,98	82,11	24
	18	8,87	13,14	73,70	23,4
	21	8,73	13,04	72,43	22

Penelitian pembuatan bahan bakar padat biomassa dengan lama waktu *biodrying* dan variasi jumlah perekat yang berbeda. Bahan baku yang digunakan yaitu dengan pemanfaatan limbah sampah organik dan perekat *arpus*. Beberapa pengujian mutu sudah dilakukan terhadap sampel yang dibuat, diantaranya uji kadar abu, uji kadar air, uji kadar volatil, dan uji waktu nyala. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas dari sampel bahan bakar padat biomassa apakah sesuai atau tidak dengan standar yang telah ditetapkan.

3.1 Pengujian Kadar Abu

Derajat keasaman pH merupakan parameter yang sangat menentukan kualitas bahan bakar padat biomassa dapat dilihat dari kadar abu karena merupakan salah satu parameter yang penting, karena bahan bakar tanpa abu memiliki sifat pembakaran yang lebih baik. Penentuan kadar abu dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bagian yang tidak terbakar yang sudah tidak memiliki unsur karbon setelah biomassa dilakukan pembakaran. Sesuai standar SNI kadar abu yang harus dimiliki biomassa tidak lebih dari 4%. Semakin kecil nilai kadar abu, semakin bagus kualitas biomassa, karena jika kadar abu tinggi dapat memiliki pengaruh kurang baik terhadap kualitas biomassa. Adapun data hasil pengujian kadar abu pada biomassa sampah organik Kota Lhokseumawe untuk setiap variasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh kadar perekat terhadap kadar abu pada berbagai lama waktu *biodrying*

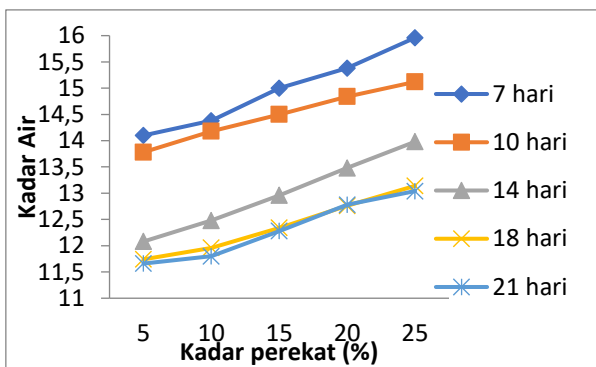
Dapat dilihat bahwa nilai kadar abu pada biomassa sampah organik Kota Lhokseumawe setelah proses *biodrying* selama 7, 10, 14, 18, dan 21 hari dengan variasi perekat 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% memiliki nilai kadar abu secara berturut-turut naik. Dari hasil pengujian nilai kadar abu mengalami peningkatan pada setiap penambahan jumlah perekat dari 5% sampai 25%. Didapatkan kadar abu tertinggi pada penambahan perekat 25% pada setiap lamanya waktu pengeringan. Adapun faktor yang menyebabkan tinggi kadar abu disebabkan oleh unsur silika yang ada didalam bahan bakar padat biomassa, hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Dwi Sukowati, et al (2019) dimana, meningkatnya unsur silika memiliki pengaruh kurang baik terhadap kualitas biomassa [8].

Lama waktu *biodrying* juga mempengaruhi peningkatan kadar abu dikarenakan beberapa jenis sampah yang masih belum cukup kering seperti batangan - batangan sayuran akan meninggalkan residu sisa abu, dapat dilihat kadar abu pada 7 hari proses *biodrying* dengan kadar air berturut - turut 9,07; 9,4; 9,96; 10,5; dan 11,01 yaitu sangat tinggi karena banyaknya

sampah belum cukup kering, akan tetapi untuk waktu pengeringan 14, 18, dan 21 hari sudah mulai menurun sehingga kadar abu dan pebedaannya tidak terlalu tinggi. Semakin tinggi kadar abu pada bahan bakar padat biomassa berpengaruh pada laju pembakaran yang disebabkan rendahnya transfer panas ke bagian dalam produk dan difusi oksigen ke permukaan produk selama proses pembakaran serta tingginya kadar abu dapat menghasilkan emisi debu yang menyebabkan polusi udara dan mempengaruhi volume pembakarannya.

3.2 Pengujian Kadar Air

Pentingnya pengujian kadar air yang terkandung di dalam biomassa untuk mengetahui jika tingginya nilai kadar air pada bahan bakar padat biomassa sampah organik Kota Lhokseumawe dapat menyebabkan proses penyalaan menjadi lebih sulit serta menghasilkan banyak asap. Nilai kadar air yang harus dicapai pada biomassa yang telah diproduksi harus berdasarkan standar SNI No.8951/2020 yaitu $\leq 12\%$. Adapun data hasil pengujian kadar air pada bahan bakar padat biomassa sampah organik Kota Lhokseumawe dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh kadar perekat terhadap kadar air pada berbagai lama waktu *biodrying*

Berdasarkan Gambar 2. dari hasil penelitian nilai kadar air untuk proses *biodrying* selama 7, 10, 14, 18, dan 21 hari pada bahan bakar padat biomassa berbanding lurus dengan penambahan campuran perekat, semakin banyak jumlah campuran perekat maka semakin tinggi nilai kadar air pada produk. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa dengan bertambahnya volume perekat maka sampah organik akan lebih basah.

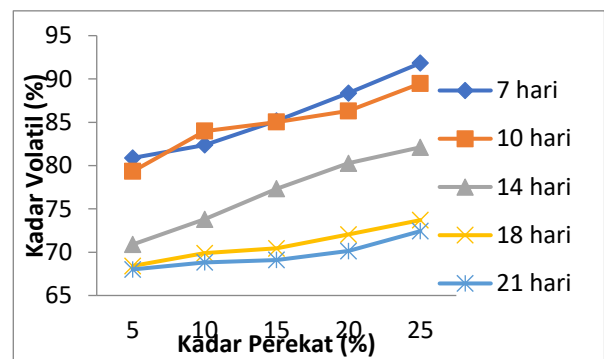
Hasil penelitian yang didapatkan dengan variasi kadar perekat ini hanya sebagian yang masuk kedalam SNI, hal ini dikarenakan memiliki faktor eksternal yang membuat bahan bakar padat biomassa menjadi tinggi kadar air, seperti kembalinya partikel air ke dalam produk dikarenakan sifat produk yang tidak tahan terhadap kelembaban sehingga mudah menyerap air dari udara. Faktor lainnya yaitu dikarenakan penjemuran biomassa setelah proses pencetakan kurang sempurna sehingga masih ada kandungan air dalam biomassa, dan juga tidak ada pengeringan kembali sebelum melakukan uji kadar air sehingga hasil kadar air yang didapatkan menjadi tinggi.

Dari hasil pengujian kadar air pada biomassa sampah organik dapat dikatakan bahwa semakin tinggi kadar air dapat menyebabkan biomassa sulit dinyalakan pada saat dibakar serta menimbulkan banyak asap. Pada penelitian ini, nilai kadar air

untuk proses *biodrying* 7 dan 10 hari belum memenuhi kriteria SNI No.8951-2020, sedangkan untuk pengeringan 14, 18, dan 21 hanya sebagian dengan menggunakan campuran perekat 5 dan 10% yang memenuhi SNI No.8951/2020 yaitu yang mensyaratkan nilai kadar air maksimal 12%.

3.3 Pengujian Kadar Volatil

Kadar volatil diuji untuk mengetahui seberapa banyak kadar karbon yang terikat pada saat dilakukan pembakaran bahan bakar padat biomassa sampah organik Kota Lhokseumawe. Produk akan semakin berkualitas baik apabila semakin rendah zat yang menguap, dikarenakan akan mempengaruhi nilai karbon yang tertambat dan juga mempengaruhi laju pembakaran produk tersebut. Untuk lebih jelas mengenai kadar volatil dari setiap variasi sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh perekat terhadap kadar volatil pada berbagai waktu *biodrying*

Dari hasil pengujian nilai kadar volatil pada biomassa sampah organik mengalami peningkatan seiring bertambahnya jumlah perekat, nilai kadar volatil tertinggi pada *biodrying* 7 hari dengan campuran perekat 25% yaitu 91,83%, sedangkan nilai kadar volatil terendah pada pengeringan 21 hari dengan campuran perekat 5% yaitu 68,01%, hal ini menunjukkan pada semua penambahan perekat di setiap waktu lama pengeringan akan mengalami peningkatan. Semakin banyak kadar perekat maka semakin banyak kandungan mineral dari bahan perekat, akibatnya kadar zat menguap biomassa juga makin bertambah. Dapat dikatakan penambahan perekat berbanding lurus dengan nilai kadar volatil yang diperoleh.

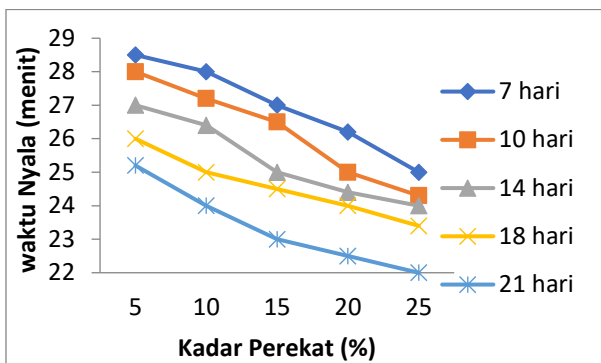
Tingginya nilai kadar volatil juga dipengaruhi oleh kadar air yang ada didalam biomassa baik pada proses *biodrying* selama 7, 10, 14, 18, dan 21 hari. Semakin lama pengeringan maka akan semakin sedikit jumlah kadar air yang terkandung sehingga nilai volatil juga akan semakin menurun. Semakin tinggi jumlah kadar volatil maka akan menimbulkan jumlah asap yang semakin tinggi pada saat biomassa bakar, Kandungan karbon monoksida yang tinggi memiliki dampak yang tidak baik bagi kesehatan dan lingkungan. Sehingga dibutuhkan produk yang memiliki kadar air rendah melalui *biodrying* yang optimal sehingga nilai volatil juga akan rendah untuk menghilangkan jumlah asap dan mutu biomassa semakin meningkat.

Pada penelitian ini, nilai kadar volatil yang dihasilkan dari bahan bakar padat biomassa sampah organik Kota Lhokseumawe yang sudah memenuhi standar yaitu pada proses *biodrying* 18 dan 21 hari pada jumlah perekat 5 sampai 15%, untuk proses *biodrying* 7, 10, dan 14 belum memenuhi SNI

No.8951/2020, dikarenakan nilai kadar volatile berada diatas 70%.

3.4 Pengujian Waktu Nyala

Pengujian waktu nyala dibutuhkan untuk mengetahui lama waktu menyala bahan bakar padat biomassa sampah organik, lama waktu menyala juga dipengaruhi oleh laju pembakaran yang dimana berpengaruh pada kualitas dari produk bahan bakar padat biomassa. Selengkapnya data dapat dilihat pada Gambar 4.



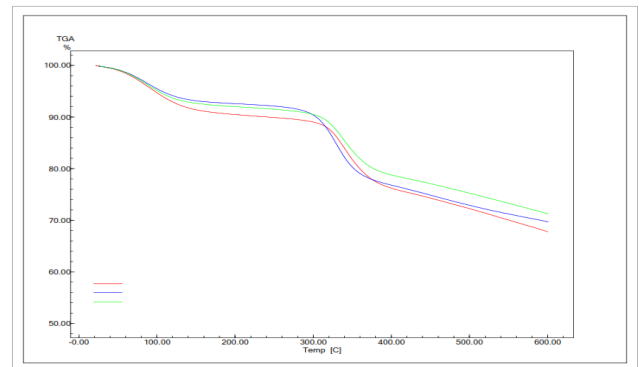
Gambar 4. Pengaruh kadar perekat terhadap waktu menyala pada berbagai lama waktu *biodrying*

Berdasarkan Gambar 4. dapat dilihat bahwa waktu nyala biomassa berbanding terbalik dengan variasi jumlah perekat, hal ini disebabkan oleh kadar perekat yang mempengaruhi laju pembakaran bahan bakar padat biomassa, semakin tinggi kadar perekat maka laju pembakaran akan semakin lambat dikarenakan pori-pori dari bahan bakar biomassa tersebut tertutup dengan rapat oleh jumlah perekat yang banyak, hal ini yang menyebabkan semakin lama waktu nyala menjadi turun.

Adapun kadar air pada lamanya proses *biodrying* juga mempengaruhi waktu menyala, dikarenakan kadar air tinggi akan menghambat terbakarnya partikel bahan baku, sehingga bahan bakar padat biomassa yang terbakar hanya sebagian dan ini akan menimbulkan residu abu yang lebih banyak, mengakibatkan waktu pembakaran akan lebih cepat usai. Pada hasil pengujian waktu nyala sesuai dengan kajian yang dilakukan oleh Azhar Basyir Rantawi, et al (2021), mengatakan bahwa semakin cepat waktu nyala biomassa maka semakin baik kualitas biomassa yang dihasilkan.

3.5 Pengujian *Thermogravimetric Analysis*

Pengujian *thermogravimetric analysis* dilakukan untuk mengetahui kekuatan, ketahanan dan besar bobot material yang hilang pada biomassa jika dihadapkan dengan kenaikan temperatur secara signifikan. Suhu analisa *Thermogravimetric Analysis* dimulai pada suhu ruang dan dinaikkan dengan laju tetap hingga menyentuh 600°C. Hasil pengujian *thermogravimetric analysis* pada sampel terbaik biomassa dengan perekat 5%, 10% dan 15% dengan pengeringan *biodrying* 18 hari dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Pengaruh penurunan massa biomassa berdasarkan kenaikan temperatur pada *thermogravimetric analysis*

Dapat dilihat 3 jenis garis grafik hasil analisa *Thermogravimetric Analysis*. Garis warna merah menunjukkan komposisi perekat 5%, benang biru menunjukkan komposisi perekat 10% dan benang hijau menunjukkan komposisi perekat 15%. Pada grafik perekat 5% biomassa mulai kehilangan bobotnya di puncak suhu 283.31°C dan puncak kehilangan bobot kedua berada di suhu 391.14°C.

Pada saat analisa menyentuh suhu 600°C biomassa kehilangan bobot material sebanyak 31.976% material biomassa yang hilang. Garis biru pada grafik menunjukkan komposisi perekat 10%. biomassa mulai kehilangan bobotnya di puncak suhu 281.12°C dan puncak kehilangan bobot kedua berada di suhu 372.34°C. Pada saat analisa menyentuh suhu 600°C biomassa kehilangan bobot material sebesar 30.076% material yang hilang, sedangkan komposisi perekat 15% yang ditunjukkan oleh garis hijau mulai kehilangan bobotnya di puncak suhu 284.22°C dan puncak kehilangan bobot kedua berada di suhu 377.83°C. Pada saat analisa menyentuh suhu 600°C biomassa kehilangan bobot material sebesar 28.547 %. Dari hasil pengujian *Thermogravimetric Analysis* diatas dapat disimpulkan bahwa perekat yang lebih tinggi membuat bobot biomassa yang hilang (weight loss) semakin rendah.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai penerapan teknologi *biodrying* dalam pengolahan bahan bakar padat biomassa dari sampah organik, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Semakin banyak jumlah perekat maka hasilnya akan mengurangi kualitas, hal ini ditandai dengan meningkatnya nilai hasil pengujian yang dilakukan pada bahan bakar padat sampah organik yaitu uji kadar air, kadar abu, kadar volatile, uji lama nyala dan uji TGA.
2. Pengaruh waktu proses *biodrying*, semakin lama waktu proses *biodrying* maka kualitas biomassa yang dihasilkan semakin bagus kualitas biomassa yang dihasilkan.
3. Dari hasil pengujian yang memenuhi standar adalah pengujian kadar air dan kadar volatile, sedangkan untuk pengujian kadar abu tidak memenuhi standar SNI No.8951:2020.

REFERENSI

- [1] Purwono, P., Hadiwidodo, M., & Rezagama, A. (2016). Penerapan Teknologi Biodrying dalam Pengolahan Sampah High Water Content Menuju Zero Leachate. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 13(2), 75-80.
- [2] Santosa, S., & Soemarno, S. (2017). Peningkatan Nilai Kalor Produk Pada Produk Proses Bio-drying Sampah Organik. *The Indonesian Green Technology Journal*, 3(1), 29-38.
- [3] Fiki, A. C. S., Hadiwidodo, M., & Zaman, B. (2022). Teknologi Biodrying untuk Meningkatkan Nilai Kalor Sampah dan Proyeksinya sebagai Bahan Bakar Alternatif pada Tahun 2028. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1), 139-146.
- [4] Hardhianti, C., Sudarno, S., & Purwono, P. (2018). Pengaruh Aerasi Terhadap Karakteristik Lindi Hasil Pengolahan Sampah Sayuran dengan Metode Biodrying (Studi Kasus: Sawi Putih) (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- [5] Benjamin, A., & Suwandi, S. (2021). Analisis Pengaruh Penambahan Bahan Aditif Pada Briket Limbah Organik Terhadap Nilai Kalor. *Proceedings of Engineering*, 8(2).
- [6] Yuliah, Y., Suryaningsih, S., & Ulfi, K. (2017). Penentuan Kadar Air Hilang dan Volatile Matter Pada Bio-Briket dari Campuran Arang Sekam Padi dan Batok Kelapa. *JIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, 1(1), 51-57.
- [7] Aziz, M. R., Siregar, A. L., Rantawi, A. B., & Rahardja, I. B. (2019). Pengaruh Jenis Perekat Pada Biomassa Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Waktu Bakar. *Prosiding Semnastek*.
- [8] Sukowati, D., Yuwono, T. A., & Nurhayati, A. D. (2019). Analisis Perbandingan Kualitas Biomassa Arang Bonggol Jagung dengan Arang Daun Jati. *PENDIPA Journal of Science Education*, 3(3), 142-145.
- [9] Rantawi, A. B., Siregar, A. L., & Rizkullah, A. (2021). Perbandingan Persentase Perekat Arpus 17, 5% dan 20% terhadap Kualitas Biomassa Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 13(3), 223-230.