

POLICY BRIEF LIMBAH TANAMAN PADI UNTUK INDUSTRI

**Erni Krisnaningsih¹, Saleh Dwiyatno², Dadi Cahyadi³, Sulistiyono⁴,
Ahmad Dedi Jubaedi⁵, Rita Wiji Wahyuningrum⁶**

¹⁾ Teknik Industri, Universitas Esa Unggul

²⁾ Sistem Komputer, Universitas Serang Raya

³⁾ Teknik Industri, Universitas Serang Raya

^{4,5)} Teknik Informatika, Universitas Serang Raya

⁶⁾ Manajemen Informatika, Akademi Manajemen Informatika dan Komputer Serang

¹erni.krisnaningsih@esaunggul.ac.id, ²salehdwiyatno@gmail.com, ³dadi_cahyadi@unsera.ac.id,
⁴sulistiyonoputro@gmail.com, ⁵dedhiest@gmail.com, ⁶rita.dhen@gmail.com

Abstrak

Penggunaan energi yang bersumber pada fosil di Indonesia masih sangat besar. Biomassa merupakan bahan baku bioenergi ramah lingkungan dan berkelanjutan. Sampai saat ini potensi limbah pertanian tanaman padi belum dimanfaatkan secara optimal di Kabupaten Lebak Banten. Nilai tambah dari limbah tanaman padi menjadi produk bioenergi dan arang sekam untuk berbagai aplikasi di bidang industri. Adanya potensi produk bioenergi dan arang sekam serta produk berbahan dasar arang sekam untuk berbagai aplikasi industri. Beberapa langkah dalam upaya penggunaan limbah pertanian berupa sekam menjadi bioenergi dan arang sekam menjadi produk industri: (1). Rekomendasi pemanfaatan biomassa untuk bioenergi; (2). Rekomendasi membuat limbah sekam menjadi produk bioenergi berupa biopelet; (3). Rekomendasi pembuatan arang sekam; (4) Aplikasi arang sekam untuk berbagai aplikasi di bidang industri; 5). Kesadaran penggunaan bioenergi yang berkelanjutan memerlukan partisipasi aktif pemerintah, industri dan masyarakat lokal. Tujuan kebijakan peningkatan nilai tambah limbah tanaman padi menjadi rekomendasi dalam peningkatan penggunaan energi terbarukan dan perekonomian bagi petani dan pelaku industri di Kabupaten Lebak.

Kata kunci: Berkelanjutan, Industri, Kebijakan, Limbah, Sekam

Abstract

The use of fossil-based energy in Indonesia is still very large. Biomass is an environmentally friendly and sustainable bioenergy raw material. Until now, the potential of rice agricultural waste has not been optimally utilized in Lebak Banten Regency. The added value of rice plant waste becomes bioenergy products and husk charcoal for various applications in the industrial field. There is potential for bioenergy products and husk charcoal and products made from husk charcoal for various industrial applications. Several steps in an effort to use agricultural waste in the form of husks into bioenergy and husk charcoal into industrial products: (1). Recommendations for utilizing biomass for bioenergy; (2). Recommendations for making chaff waste into bioenergy products in the form of biopellets; (3). Recommendations for making husk charcoal; (4) Application of husk charcoal for various applications in the industrial field; 5). Awareness of the use of sustainable bioenergy requires active participation of government, industry and local communities. The policy objective of increasing the added value of rice plant waste becomes a recommendation in increasing the use of renewable energy and the economy for farmers and industry players in Lebak Regency.

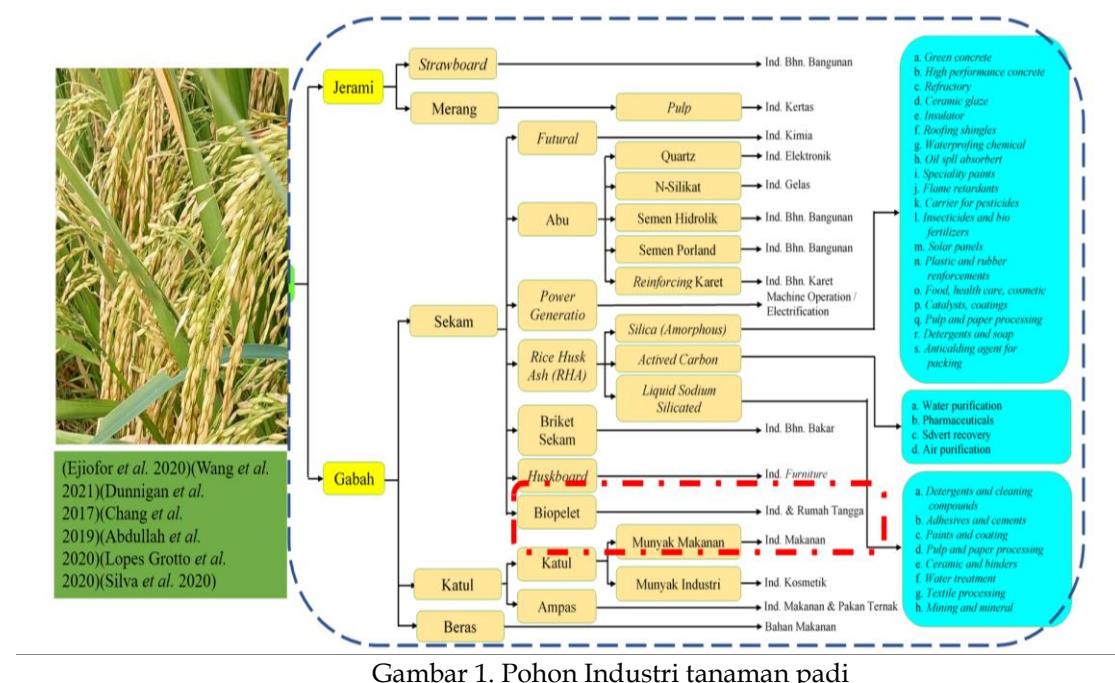
Keywords: Husk, Industry, Policy, Sustainable, Waste

PENDAHULUAN

Konsumsi energi di Indonesia yang cukup tinggi sangat tergantung pada energi fosil (National Energy Council, 2019). Regulasi pemerintah mengenai percepatan pembangunan dan penggunaan energi terbarukan melalui Peraturan Pemerintah tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) maka perlu upaya pengembangan penggunaan energi berbahan baku biomassa (PP no 78 tahun 2014). Pada tahun 2030 pencapaian kontribusi EBT meningkat sebesar 23% untuk bioenergi untuk mendukung ketahanan energi nasional agar terus memberikan kontribusi yang lebih besar melalui pengembangan program biohidrocarbon / greenfuel dan cofiring biomassa pada PLTU (Dilisusendi, 2021). Provinsi Banten

merupakan lumbung padi nasional dan penghasil padi ke- Sembilan (9) di Indonesia dengan total hasil produksi padi sebesar 1.629.648,27 ton dengan kapasitas produktivitas 48,41 kuintal/hektar dari hasil luas panen (BPS Prov Banten, 2019).

Tanaman padi (*oriza sativa*) merupakan salah satu komoditas sumber utama pangan masyarakat Indonesia. Di Indonesia hampir setiap daerah mempunyai sentra pertanian khususnya padi yang merupakan sumber utama pangan penduduk. Saat ini agroindustri padi di dayagunakan untuk sumber energi terbarukan. Pohon industri padi merupakan diagram yang menggambarkan produk turunan dari komoditas tanaman padi (Azis et al., 2014). Pohon industri tanaman padi dengan produk turunannya pada Gambar 1.



Gambar 1. Pohon Industri tanaman padi

Limbah pertanian dapat berbentuk bahan buangan tidak terpakai dan bahan sisa dari pengolahan. Secara alami proses penghancuran limbah berlangsung lambat, sehingga terjadi penumpukan limbah sehingga hal ini mengganggu lingkungan sekitarnya dan berdampak terhadap kesehatan manusia. Dengan pendekatan teknologi, limbah pertanian dapat diolah menjadi hasil tambahan yang bermanfaat disamping produk utamanya. Limbah pertanian padi dapat berupa sekam, jerami dan merang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Limbah tanaman padi

Di Indonesia, sekam padi (kulit gabah) biasanya bertumpuk dan hanya dimanfaatkan menjadi bahan buangan disekitar area persawahan dan area penggilingan padi. Pemanfaatannya masih terbatas, abu gosok dari hasil pembakaran sekam padi hanya digunakan untuk membersihkan peralatan rumah tangga dan campuran dalam pembuatan batu bata. Sekam padi yang dihasilkan adalah 20% dari berat padi. Sekam padi merupakan golongan biomassa yang dapat dimanfaatkan untuk bahan baku industri, pakan ternak, dan energi. Dilihat dari komposisi kimiawinya, sekam padi memiliki kandungan dan nilai kalor biomassa tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Kalor dan Biomassa yang terkandung dalam sekam padi

Biomassa	Nilai Kalor
C	55,4%
H	20,1%
N	11,3%
O	13,2%
CH ₄	1,8%
HHV	5059,23 KJ/Kg
LHV	1819,23 KJ/Kg
Density	617 KG/M ³
Konversi Karbon	62%

Pada tabel 2 menyajikan konversi kalor ke joule dari limbah padi.

Tabel 2. Konversi massa ke Joule limbah pertanian

Limbah Biomassa	Kalor Jenis
Sekam 3300kKal/kg	13,86x 10 ⁶ J/kg

Jerami 2800kKal/kg	11,76x 10 ⁶ J/kg
Merang 3200kKal/kg	13,44x 10 ⁶ J/kg

Dari data yang tersaji pada tabel 1 dan tabel 2 maka, sekam padi bisa dimanfaatkan untuk: 1. Kandungan zat kimia furfural dapat digunakan sebagai bahan baku industri kimia; 2. Kandungan silika (SiO₂) yang dapat digunakan untuk campuran pada pembuatan semen portland, bahan isolasi, husk-board dan campuran pada industri bata merah sehingga bisa dimanfaatkan pada industri bangunan; 3. Memiliki kadar selulosanya cukup tinggi sehingga dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil sehingga dapat digunakan sebagai sumber energi panas yang baik. Sekam padi mempunyai kerapatan jenis (*bulk density*) 125 kg/m³, serta nilai kalori 3.300 kkal/kg. Melihat potensi sekam yang begitu besar sebagai sumber energi maka masyarakat dapat menggunakan sekam sebagai bahan bakar alternatif pada rumah tangga, sebagai pengganti kayu atau bahan bakar minyak / gas elpiji. *Policy brief* ini membahas aplikasi sekam padi dibuat menjadi produk bioenergi berupa arang sekam yang di aplikasikan pada industri.

METODE PELAKSANAAN

Berikut adalah langkah-langkah untuk menjelaskan proses kebijakan publik dalam beberapa tahap: 1) Mengidentifikasi masalah kebijakan; 2) Menyusun agenda; 3) Merumuskan kebijakan; 4) Mengesahkan kebijakan; 5) Melaksanakan kebijakan; dan 6) Melakukan evaluasi. Gambar 3 menyajikan metode penyelesaian masalah dalam kegiatan PkM.



Gambar 3. Metode Penyelesaian masalah

- 1). Identifikasi masalah kebijakan
 Pembuatan kebijakan publik untuk memecahkan masalah / isu kebijakan yang ada dalam masyarakat. Mengidentifikasi kebijakan yaitu permasalahan penanganan limbah tanaman padi menjadi bahan baku bioenergi dan aplikasi industri.
- 2). Penyusunan agenda. Manfaat pembuatan kebijakan berguna untuk mengembangkan dialog dua arah dan keterlibatan dengan beneficiary.
- 3). Perumusan kebijakan menciptakan tim komunikasi dan diseminasi. Identifikasi group target audients yang relevan

- 4). Pengesahan kebijakan. Oleh pihak yang terkait setelah
- 5). Implementasi kebijakan.
- 6). Evaluasi. Menerapkan sistem pemantauan dan evaluasi untuk mengukur dampak kebijakan bioenergi sekam padi secara berkala.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari kegiatan PkM dapat di jelaskan sebagai berikut :

1. Potensi Sekam Padi untuk Bioenergi dan Arang Sekam

Salah satu bentuk energi biomassa berupa pallet yang diproduksi pertama kali di Swedia pada tahun 80-an Potensi limbah tanaman padi salah satunya adalah sebagai bahan baku bioenergi. Aplikasi sekam padi sebagai produk untuk industri antara lain:

a. Biopelet Sekam Padi

Proses produksi biopelet sekam padi diawali dengan proses penghalusan sekam padi sampai berukuran 16 mesh, setelah itu

dilakukan proses densifikasi menggunakan pellet mill menjadi biopelet.

Produksi pelet dengan cara menghancurkan bahan baku biomassa dengan hammer mill sampai diperoleh massa partikel biomassa yang berukuran sama. Massa partikel berukuran seragam tersebut kemudian dimasukkan ke dalam mesin pengepres dengan dies 6-8 mm dan panjang 10-12 mm (Triandini, 2019). Model fisik biopelet terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Biopelet Sekam Padi

Biopelet telah menjadi hal yang umum di masyarakat di negara-negara Eropa dan Amerika. Secara umum, biopelet digunakan sebagai bahan bakar untuk boiler di industri dan untuk pemanas ruangan selama musim dingin. Biopelet tersebut memenuhi standar yang tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Standar Biopelet dari Beberapa Negara

Parameter	Unit	Austria ^(a)	Jerman ^(a)	Amerika ^(b)	Prancis ^(c)
Diameter	mm	4-10	4-10	6,35-7,94	6-16
Panjang	mm	5 x D	<50	<3,81	10-50
Densitas	kg/dm ³	>1,2	1,0-1,4	>0,64	>1,15
Kadar air	%	<10	<12	-	≤15
Kadar abu	%	<0,50	<1,50	<2 (standar) & <1 (premium)	≤6
Nilai kalor	MJ/kg	>18	17,5-19,5	>19,08	>16,9
Sulfur	%	<0,04	<0,08	-	<0,10
Nitrogen	%	<0,3	<0,3	-	≤0,5
Klorin	%	<0,02	<0,03	<0,03	<0,07
Abrasi	%	<2,3	-	-	-
Bahan tambahan	%	<2	-	-	≤2

Rasio CO/CO₂ yang kurang dari 0,02 menunjukkan bahwa pembakaran bahan bakar biopelet menghasilkan sedikit karbon monoksida, yang menandakan terjadinya pembakaran yang sempurna. Kecepatan penggunaan bahan bakar biopelet lebih rendah dibandingkan saat menggunakan biomassa yang belum diproses menjadi biopelet. Ada polusi tapi lebih baik dibandingkan berbahan baku fosil atau batu bara.

Penggunaan co-firing biomassa di PLTU sejalan dengan percepatan transisi energi. Program co-firing biomassa diterapkan oleh pemerintah dalam upaya mencapai Net Zero Emission (NZE). Implementasi co-firing biomassa sangat kompetitif dalam mencapai dekarbonisasi dan pengurangan emisi, karena memiliki Levelized Cost of Electricity (LCOE) terendah dibandingkan dengan sumber energi terbarukan lainnya seperti energi surya, air,

angin, dan panas bumi. Komunitas lokal akan memainkan peran penting dalam penyediaan bahan baku biomassa, serta menciptakan lapangan kerja baru. PLN memerlukan 10,2 juta ton biomassa untuk menghasilkan energi bersih sebesar 11,8 Terawatt hour (TWh) hingga tahun 2025, dengan proyeksi peningkatan sebesar 300%.

b. Arang Sekam Padi

Selain menghasilkan bioenergi, sekam padi juga dapat diolah untuk memberikan nilai tambah, salah satunya melalui proses pembuatan arang sekam. Arang sekam adalah bahan penting yang sering digunakan dalam pertanian. Selain itu, arang sekam juga memiliki aplikasi dalam industri. Kandungan karbon dalam arang sekam sangat tinggi, yang mana unsur karbon ini sangat dibutuhkan dalam pembuatan kompos. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa arang sekam memiliki kemampuan sebagai absorban yang dapat mengurangi jumlah mikroba patogen dan logam berbahaya dalam proses pembuatan kompos. Dengan demikian, kompos yang dihasilkan menjadi bebas dari penyakit dan bahan kimia berbahaya. Melalui proses karbonasi, arang sekam juga dapat berfungsi sebagai pengkondisi tanah yang dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia hingga 20%. Arang sekam memiliki banyak manfaat, baik dalam bidang pertanian maupun industri. Para petani memanfaatkan arang sekam sebagai bahan untuk memperbaiki tanah, membuat kompos, pupuk bokashi, serta media tanam dan persemaian. Secara biologis, tanah yang gembur merupakan lingkungan yang baik bagi pertumbuhan berbagai organisme hidup, baik mikroorganisme seperti bakteri akar maupun makroorganisme seperti cacing tanah. Selain itu, arang sekam tidak mengandung mikroorganisme patogen, karena proses pembuatannya melalui pembakaran yang membuatnya relatif steril.

Sekam padi dengan proses pirolisis/gasifikasi menghasilkan arang sekam yang digunakan pada berbagai industri antara lain digunakan sebagai silika (*amorf*), karbon aktif dan Natrium silikat cair.

1) Nanopartikel Silika (SiNPs)

Partikel nanopartikel silika (SiNPs) dapat digunakan dalam berbagai bidang teknologi karena memiliki sifat unik seperti

biokompatibilitas, stabilitas, ukuran pori yang dapat disesuaikan, luas permukaan yang tinggi, dan reaktivitas permukaan yang memungkinkan untuk berbagai pasca-fungsionalisasi (Joshi et al., 2023). Kemudahan dalam fungsionalisasi permukaan SiNPs semakin memperluas penggunaannya dalam biomedis, pengiriman obat yang terarah, dan aplikasi biosensing. (Hidayati et al., 2022). Proses pembuatan nanopartikel silika pada Gambar 6. Aplikasi Nanopartikel silika (SiNPs) digunakan konsentrasi hijau, konsentrasi performa tinggi, bahan tahan api, keramik glaze, insektisida dan pupuk hidroponik, bahan kimia anti air, deterjen dan sabun, agen anticaging untuk pengemasan, katalis dan pelapis, makanan, perawatan kesehatan dan kosmetik (Shrestha et al., 2023); (Supiyani et al., 2022); (Usgodaarachchi et al., 2021).

2) Graphene

Graphene adalah material yang memiliki kemampuan sebagai konduktor listrik, dengan tingkat konduktivitas yang setara dengan tembaga. (Zhang et al., 2023). Selain itu, graphene juga berfungsi sebagai konduktor panas, dengan kemampuan konduksi yang melebihi material-material lain yang telah dikenal (Tajul Arifin et al., 2021). Graphene memiliki sifat transparan meskipun kerapatannya cukup tinggi, mencapai 0,77 mg/m². (Allahbakhsh et al., 2017).

Dengan transparansi hampir 98% serta kemampuannya menghantarkan arus listrik, graphene memiliki potensi besar untuk digunakan dalam pembuatan lapisan sentuh transparan, panel listrik, dan bahkan sel surya (Muramatsu et al., 2017). Plastik dapat dibuat konduktif dengan mencampurkan hanya 1% graphene ke dalamnya. Pencampuran ini juga dapat meningkatkan resistansi panas plastik hingga 30°C serta memperkuat kekuatan mekanisnya. (Kordi et al., 2023).

3) Karbon aktif

Karbon aktif adalah material berpori yang mengandung unsur karbon dengan luas permukaan yang besar, sehingga banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, salah satunya sebagai adsorben (Menya et al., 2018). Bentuk fisik karbon aktif tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Karbon aktif

Gambar 7 memperlihatkan proses karbonisasi dari proses pembuatan karbon aktif dari arang sekam padi.



Gambar 7. Proses Karbon Aktif

Permintaan akan arang aktif semakin meningkat dalam perkembangan industri (Kordi et al., 2023); (Wang et al., 2020). Produk ini menawarkan banyak manfaat yang dapat diterapkan dalam berbagai sektor, termasuk pemurnian air, obat-obatan, pemanis, pemulihan pelarut, dan pemurnian udara. Dalam bidang pertanian, penambahan 15% arang aktif dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi sebesar 8,20%, diameter 45,95%, dan bobot biomassa sebesar 58,82% pada semai *Gmelina arborea* Roxb (Aziz et al., 2023);(Lempang & Tikupadang, 2013). Selain sebagai komponen tambahan pada media tanah, arang aktif juga dapat digunakan dalam media kultur *in vitro*. Penambahan arang aktif pro analisis sebanyak 2 g/l dalam media anggrek *Oncidium* dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi planlet, jumlah tunas, jumlah akar, dan luas daun. Karbon aktif efektif sebagai adsorben untuk logam seperti Pb, Hg, Cu, Ni, dan Cd dalam limbah cair, serta dalam proses pelapisan tembaga dan nikel. Karbon aktif dapat menghilangkan kontaminan logam yang dipengaruhi oleh pH dan konsentrasi karbon. Di samping itu, arang aktif memegang peranan penting dalam penjernihan air dan udara, serta menghilangkan bau, warna, dan rasa yang terdapat dalam larutan.

Di beberapa negara, karbon aktif digunakan secara luas untuk menyerap residu pestisida selama proses penjernihan air guna menghasilkan air minum yang aman untuk dikonsumsi (Gérard et al., 2003). Arang

aktif juga dapat menyerap gas beracun di industri cat.

Implikasi dan Rekomendasi

Policy brief ini mempunyai tujuan untuk memberikan arahan strategi dan aktivitas yang harus dilakukan oleh pihak-pihak yang terlibat dalam proses pengembangan industri berbasis limbah tanaman padi.

Program prioritas yang disarankan untuk penguatan dan pengembangan inovasi industri pengolahan limbah sekam padi untuk peningkatan kinerja rantai pasok biomassa menjadi bioenergi sekam padi dan produk industri. Pemerintah Daerah sebagai pengambil kebijakan dan pelaku industri dan produk turunannya sebagai aktor sentral di lapangan merupakan aktor yang harus berperan aktif dalam pelaksanaan program.

Motivasi pelaku untuk kerjasama / sinergi dan dukungan Pemerintah merupakan faktor pendukung kunci untuk keberhasilan program. Masih rendahnya sinergi antar pelaku rantai pasok untuk bermitra dan terbatasnya akses informasi bagi pelaku industri bioenergi dan produk turunan menjadi tantangan utama yang harus dihadapi.

Asumsi strategis prioritas yang perlu dipenuhi yaitu: (1) Adanya program pembinaan dalam berbagai bidang dengan dukungan dana yang cukup; (2) Adanya dana subsidi dan pengembangan CSR untuk perusahaan bioenergi sekam padi untuk peningkatan kemampuan industri bioenergi dan produk turunan. Diperlukan sinergi dari pemerintah, perguruan tinggi, pengusaha bioenergi dan Ikatan ahli bioenergi Indonesia untuk pengembangan peningkatan produk dari limbah sekam padi pada skala industri dan sosialisasi penggunaan produk bioenergi kepada masyarakat.

Penggunaan abu sekam padi dapat membantu mengurangi limbah dan mendukung praktik ramah lingkungan yaitu. 1). Pupuk Organik: Abu sekam padi kaya akan nutrisi seperti kalium, fosfor, dan silika. Oleh karena itu, abu sekam padi dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. Nutrisi yang terkandung dalam abu sekam padi dapat memberikan manfaat yang baik bagi tanaman; 2). Bahan Isolasi Termal: Abu sekam padi memiliki sifat insulasi termal yang baik. Oleh karena itu, abu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan isolasi dalam industri konstruksi. Penggunaannya dapat membantu mengurangi

kebutuhan energi untuk pemanasan atau pendinginan, sehingga berkontribusi pada efisiensi energi; 3) Pencampuran Beton: Abu sekam padi dapat dicampur dengan bahan lain seperti semen untuk membuat campuran beton yang lebih ringan namun tetap kuat. Hal ini dapat mengurangi beban struktural dan dapat digunakan dalam konstruksi bangunan dengan kekuatan yang memadai; 4). Pengurangan Penggunaan Semen: Dengan mencampurkan abu sekam padi ke dalam beton, maka dapat mengurangi penggunaan semen. Hal ini tidak hanya dapat mengurangi biaya produksi beton tetapi juga membantu mengurangi jejak karbon industri konstruksi; 5). Adsorben Polutan: Abu sekam padi dapat digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan logam berat dan senyawa organik dari air dan air limbah industri. Sifat adsorptif dari abu ini dapat membantu membersihkan air dan meningkatkan kualitas lingkungan; 6) Pembuatan Gelas: Abu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan kaca. Penggunaannya dapat membantu mengurangi penggunaan bahan baku lain dan mendukung pembuatan produk kaca yang lebih ramah lingkungan; 7). Industri Keramik: Dalam industri keramik, abu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan genteng dan keramik. Hal ini dapat menjadi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Penting bahwa penggunaan abu sekam padi dalam industri harus mempertimbangkan karakteristik spesifik dari abu dan memastikan bahwa aplikasinya memenuhi standar keamanan dan kualitas yang diperlukan. Perkembangan terkini dan aplikasi nilai tambah abu sekam padi di masa depan pada Gambar 8.



Gambar 8. Perkembangan Terkini dan Aplikasi Nilai Tambah Abu Sekam Padi di Masa Depan

Pengelolaan limbah sekam padi telah menjadi fokus kebijakan pemerintah di berbagai negara, terutama karena potensinya sebagai sumber daya yang dapat didaur ulang dan mendukung pembangunan

berkelanjutan. Arah kebijakan pemerintah yang umum terkait dengan penggunaan limbah sekam padi: 1). Pengembangan energi terbarukan: Pemerintah mendorong penggunaan sekam padi sebagai bahan baku pembangkit listrik tenaga biomassa. Dengan demikian, limbah sekam padi dapat dikonversi menjadi energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan listrik dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil; 2). Meningkatkan pertanian berkelanjutan: Pemerintah dapat memberikan insentif kepada petani atau industri pertanian untuk memanfaatkan sekam padi sebagai pupuk organik. Hal ini mendukung pertanian berkelanjutan dengan meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia; 3). Meningkatkan pertanian berkelanjutan: Pemerintah dapat memberikan insentif kepada petani atau industri pertanian untuk memanfaatkan sekam padi sebagai pupuk organik. Hal ini mendukung pertanian berkelanjutan dengan meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia; 4). Stimulus ekonomi dan insentif fiskal: Pemerintah dapat memberikan insentif fiskal kepada perusahaan atau industri yang menggunakan limbah sekam padi sebagai bahan baku. Hal ini dapat berupa keringanan pajak, bantuan investasi, atau insentif lainnya untuk mendorong adopsi teknologi dan praktik berkelanjutan; 5). Penelitian dan pengembangan: Pemerintah dapat mengalokasikan dana untuk penelitian dan pengembangan teknologi yang lebih efisien dalam pengelolaan limbah sekam padi. Hal ini mencakup pengembangan metode pengolahan limbah yang inovatif dan aplikasi baru untuk limbah tersebut; 6). Standar lingkungan dan keselamatan: Menetapkan standar lingkungan dan keamanan untuk penggunaan limbah sekam padi di berbagai industri. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa penggunaan limbah ini tidak membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia; 7). Kolaborasi antara pemerintah dan sektor swasta: Mendorong kolaborasi antara pemerintah, industri, dan sektor swasta untuk mengembangkan solusi yang berkelanjutan. Hal ini dapat mencakup kemitraan pemerintah-swasta untuk mengoptimalkan penggunaan limbah sekam padi; 8). Pendidikan dan kesadaran publik: Melakukan kampanye edukasi dan kesadaran publik untuk meningkatkan pemahaman tentang potensi limbah sekam padi dan cara-cara untuk memanfaatkannya. Hal ini dapat mencakup program pendidikan di sekolah-sekolah, pelatihan

untuk petani, dan kampanye public; 10). Peraturan pengelolaan limbah: Menerbitkan peraturan yang mengatur pengelolaan limbah sekam padi, termasuk pembuangan, pengangkutan, dan penggunaannya. Peraturan-peraturan ini bertujuan untuk memastikan bahwa limbah tersebut dikelola secara aman dan berkelanjutan.

Dengan menerapkan kebijakan-kebijakan ini, pemerintah dapat menciptakan lingkungan yang mendukung penggunaan limbah sekam padi yang efisien dan berkelanjutan. Hal ini juga dapat mendorong inovasi dan investasi dalam industri yang menggunakan limbah tersebut. Fokus kebijakan pemerintah dengan pengelolaan limbah sekam padi pada Gambar 9.



Gambar 9. Potensi penggunaan abu sekam padi

Kebijakan publik yang mendukung industri bioenergi dengan penggunaan bioenergi dari sekam padi dapat memberikan dampak positif bagi pembangunan berkelanjutan, ketahanan energi, dan pengurangan emisi gas rumah kaca. Berikut ini adalah beberapa arah kebijakan yang dapat diterapkan untuk mendukung penggunaan bioenergi sekam padi: 1). Incentif fiskal: Memberikan incentif fiskal seperti pemotongan pajak atau kredit pajak kepada perusahaan atau industri yang menggunakan bioenergi dari sekam padi. Hal ini dapat merangsang investasi dan inovasi dalam teknologi bioenergi; 2). Tarif listrik terbarukan: Menetapkan tarif listrik yang menguntungkan bagi produsen bioenergi sekam padi. Hal ini akan membuat investasi dalam proyek bioenergi menjadi lebih menarik secara ekonomi dan dapat membantu menciptakan pasar yang stabil; 3). Subsidi dan bantuan keuangan: Memberikan subsidi atau bantuan keuangan untuk proyek bioenergi sekam padi, terutama pada tahap awal pengembangan. Hal ini dapat membantu mengatasi kendala keuangan dan meningkatkan daya saing bioenergi di pasar energi; 4) Kerjasama pemerintah-swasta: Mendorong kerja sama antara

pemerintah, industri swasta, dan lembaga penelitian untuk mempercepat pengembangan teknologi bioenergi dan mengatasi hambatan yang mungkin timbul; 5). Standar dan sertifikasi: Menetapkan standar kualitas dan keberlanjutan untuk bioenergi sekam padi. Sertifikasi ini dapat membantu menciptakan kepercayaan publik dan pasar internasional terhadap produk bioenergi; 6). Pembiayaan berkelanjutan: Membangun mekanisme pembiayaan berkelanjutan, seperti dana investasi atau bank pembangunan, yang berfokus pada proyek bioenergi. Hal ini dapat membantu mengatasi tantangan keuangan yang sering dihadapi oleh proyek-proyek berbasis bioenergi; 7). Pengembangan infrastruktur: Berinvestasi dalam pengembangan infrastruktur yang mendukung produksi, distribusi, dan konsumsi bioenergi. Hal ini termasuk jaringan transportasi dan penyimpanan yang efisien; 8). Pendidikan dan pelatihan: Mengadakan program pendidikan dan pelatihan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan dalam produksi, distribusi, dan konsumsi bioenergi. Hal ini dapat menciptakan tenaga kerja yang terampil dan mendukung pertumbuhan industri bioenergi; 9). Kebijakan pembelian bersih: Mendorong penerapan kebijakan pembelian bersih oleh sektor publik, seperti penggunaan bioenergi sekam padi untuk sistem pemanas atau transportasi umum. Hal ini dapat menjadi contoh bagi sektor swasta dan mendorong permintaan pasar; 10). Pemantauan dan evaluasi: Menerapkan sistem pemantauan dan evaluasi untuk mengukur dampak kebijakan bioenergi sekam padi secara berkala. Hal ini memungkinkan penyesuaian kebijakan yang diperlukan dan memastikan efektivitas tindakan yang diambil.

Melalui kombinasi kebijakan-kebijakan tersebut, pemerintah dapat menciptakan lingkungan yang kondusif untuk pertumbuhan industri bioenergi menggunakan sekam padi, sekaligus mencapai tujuan keberlanjutan dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil.

SIMPULAN DAN SARAN

Arahan kebijakan peningkatan nilai tambah tanaman padi untuk aplikasi industri adalah rangkaian prioritas kerja yang menjadi pedoman dan dasar rencana untuk peleksanaan yang akan dicapai dalam mendukung penggunaan dan pemanfaatan limbah pertanian (biomassa) dalam bidang industri. Arahan kebijakan penggunaan

limbah tanaman padi berupa sekam padi menjadi bahan baku industri berupa arang sekam padi, Nanopartikel Silika, Graphine dan karbon aktif.

Aktor yang perlu berperan aktif dalam pelaksanaan program ini adalah Pemerintah Daerah sebagai pengambil kebijakan dan pelaku industri dan produk turunannya sebagai aktor sentral di lapangan.

Melalui kombinasi kebijakan-kebijakan tersebut, pemerintah dapat menciptakan lingkungan yang kondusif untuk pertumbuhan industri bioenergi menggunakan sekam padi, sekaligus mencapai tujuan keberlanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Esa Unggul, Institut Pertanian Bogor, Universitas Serang Raya dan AMIK Serang.

REFERENSI

Allahbakhsh, A. et al. (2017). 3-Aminopropyl-triethoxysilane-functionalized rice husk and rice husk ash reinforced polyamide 6/graphene oxide sustainable nanocomposites. *European Polymer Journal*, 94(April), 417–430. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2017.07.031>

Azis, F. A. et al. (2014). Potensi Limbah Padi Sebagai Pakan Sapi Bali di Desa Sukoharjo II Kecamatan Sukoharjo Kabupaten Pringsewu. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 2(1), 26–32.

Aziz, S. et al. (2023). Synthesis and characterization of nanobiochar from rice husk biochar for the removal of safranin and malachite green from water. *Environmental Research*, 238(August). <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116909>

BPS Prov Banten. (2019). Produksi Tanaman Pangan Menurut Jenis Tanaman Pangan di Provinsi Banten 2017-2019. In *Badan Pusat Statistik*. <http://banten.bps.go.id>

Dilisusendi, T. (2021). *Kebijakan Pengembangan Bioenergi di Indonesia*. September, 1–45. <https://bappeda.cirebonkota.go.id/wp-content/uploads/2021/09/Kebijakan-Pengembangan-Bioenergi-Cirebon-OK1-3-2.pdf>

Gérard, M. C. et al. (2003). Influence of Ozonation of Humic and Fulvic Acids on Diuron Adsorption on Activated Carbon. *Ozone: Science and Engineering*, 25(5), 399–407. <https://doi.org/10.1080/01919510390481720>

Hidayati, A. et al. (2022). Review: Sintesis Nanopartikel Silika (Si-NPs). *Departemen Kimia, Fakultas Sains Dan Analitika Data*, July.

Indonesia, P. R. (2014). *PP no 78 tahun 2014*. file:///C:/Users/user/Downloads/PP Nomor 78 Tahun 2014_ok.pdf

Joshi, U. et al. (2023). Sustainable economic production of silica nanoparticles from rice husks for adsorptive removal of anionic and cationic dyes. *Bioresource Technology Reports*, 24(November), 101685. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101685>

Kordi, M. et al. (2023). Rice Husk at a Glance: From Agro-Industrial to Modern Applications. *Rice Science*. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2023.08.005>

Lempang, M., & Tikupadang, H. (2013). MEDIA TUMBUH SEMAI MELINA (Application of Candlenut Shell Activated Charcoal as a component in Seedling Culture Medium of Gmelina arborea Roxb.). *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 2(2), 121–137. <http://jurnal.balithutmakassar.org/index.php/wallacea/article/view/24/28>

Menya, E. et al. (2018). Production and performance of activated carbon from rice husks for removal of natural organic matter from water: A review. *Chemical Engineering Research and Design*, 129, 271–296. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2017.11.008>

Muramatsu, H. et al. (2017). Synthesis and characterization of graphene from rice husks. *Carbon*, 114, 750. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2016.11.044>

National Energy Council. (2019). Indonesia energy outlook 2019. *DEN*, 1(2527 3000). <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>

Shrestha, D. et al. (2023). Rice husk-derived mesoporous biogenic silica nanoparticles for gravity chromatography. *Helijon*, 9(4), e15142. <https://doi.org/10.1016/j.helijon.2023.e15142>

Supiyani et al. (2022). Preparation sodium silicate from rice husk to synthesize silica nanoparticles by sol-gel method for adsorption water in analysis of methamphetamine. *South African Journal of Chemical Engineering*, 40(November 2021), 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2022.02.001>

Tajul Arifin, N. F. et al. (2021). Rice husk derived graphene-like material: Activation with phosphoric acid in the absence of inert gas for hydrogen gas storage. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(60), 31084–31095. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.02.051>

Usgodaarachchi, L. et al. (2021). Synthesis of mesoporous silica nanoparticles derived from rice husk and surface-controlled amine functionalization for efficient adsorption of methylene blue from aqueous solution. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 4(March), 100116. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100116>

Wang, L. et al. (2020). Extraction of SiO₂ from gasified rice husk carbon simultaneously rice husk activated carbon production: Restudy on product properties, activation mechanism, and evolution law of pore structure. *Energy Reports*, 6, 3094–3103. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.11.031>

Zhang, T. Y. et al. (2023). A sustainable route for production of graphene oxide-contained nanostructured carbons from rice husk waste and its application in wastewater treatment. *Environmental Technology and Innovation*, 32, 103270. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103270>