



DASAR - DASAR AGRONOMI

Danner Sagala • Hardian Ningsih • Try Koryati
Evan Purnama Ramdan • Indarwati • Jajuk Herawati • Mahyati
Junairiah • Budi Utomo • Sri Purwanti • Dwiwiyati Nurul Septariani



DASAR - DASAR AGRONOMI

UU 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta/Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pendataan Perolehan/Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk keperluan penelitian ilmiah yang dipublikasikan tanpa untuk keperluan penyediaan informasi ilmiah;
- b. Penggunaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggunaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran/Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan sengaja hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf e, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan sengaja hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

Dasar-Dasar Agronomi

Danner Sagala, Hardian Ningsih, Try Koryati
Evan Purnama Ramdan, Indarwati, Jajuk Herawati, Mahyati
Junairiah, Budi Utomo, Sri Purwanti, Dwiwiyati Nurul Septariani



Penerbit Yayasan Kita Menulis

Dasar-Dasar Agronomi

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2021

Penulis:

Danner Sagala, Hardian Ningsih, Try Koryati
Evan Purnama Ramdan, Indarwati, Jajuk Herawati, Mahyati
Junairiah, Budi Utomo, Sri Purwanti, Dwiwiyati Nurul Septariani

Editor: Abdul Karim

Desain Sampul: Devy Dian Pratama, S.Kom.

Penerbit

Yayasan Kita Menulis

Web: kitamenulis.id

e-mail: press@kitamenulis.id

WA: 0821-6453-7176

IKAPI: 044/SUT/2021

Danner Sagala., dkk.

Dasar-Dasar Agronomi

Yayasan Kita Menulis, 2021

xiv, 156 hlm; 16 x 23 cm

ISBN: 978-623-342-205-5

Cetakan 1, Agustus 2021

- I. Dasar-Dasar Agronomi
- II. Yayasan Kita Menulis

Katalog Dalam Terbitan

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku tanpa
izin tertulis dari penerbit maupun penulis

Kata Pengantar

Kebutuhan referensi mutakhir tentang perkembangan pertanian mendorong para penulis untuk mempersembahkan karya tulis berupa buku. Sejak awal peradaban manusia sudah bersentuhan dengan tumbuhan atau tanaman hingga sekarang. Perkembangan ilmu dan teknologi serta cara manusia mendapatkan sumber pangan dan kebutuhan lainnya membuat pengertian, teknis, objek dan ruang lingkup agronomi mengalami perkembangan. Salah satu contoh adalah objek agronomi tidak lagi hanya tanaman. Perkembangan temuan sistem pertanian misalnya pertanian terpadu mina padi menjadikan ikan juga sebagai objek agronomi.

Dasar-Dasar Agronomi merupakan ilmu paling dasar dan tergolong tua dalam bidang pertanian. Namun, perkembangan ilmu pertanian yang terus berproses membuat buku Dasar-Dasar Agronomi tetap relevan dan harus terus diperbaharui dengan konten yang baru sesuai dengan perkembangan keilmuan bidang pertanian.

Buku ini kaya dengan ilmu pengetahuan di bidang agronomi karena disusun secara kolaboratif oleh tenaga pengajar perguruan tinggi bidang pertanian di seluruh Indonesia. Pertukaran ilmu memperkaya khazanah buku ini sehingga sangat baik digunakan oleh praktisi agronomi, masyarakat maupun mahasiswa fakultas pertanian.

Buku ini dipersembahkan untuk kemajuan pertanian di Indonesia oleh pengajar dari seluruh Indonesia. Semoga bermanfaat.

Bengkulu, Agustus 2021
Tim Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii
Bab 1 Pengertian Dan Ruang Lingkup Agronomi	
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Terminologi	2
1.2.1 Definisi Agronomi	2
1.2.2 Terminologi Yang Berkaitan Dengan Agronomi	3
1.3 Objek, Subjek Dan Sasaran Agronomi	5
1.3.1 Objek Agronomi	5
1.3.2 Subjek Agronomi	6
1.3.3 Sasaran Agronomi	8
1.4 Ruang Lingkup Agronomi	9
1.4.1 Pemuliaan Tanaman (Genetika)	9
1.4.2 Fisiologi Tanaman	10
1.4.3 Ekologi Tanaman	11
1.4.4 Beberapa Bidang Ilmu Terkait	11
Bab 2 Peranan Agronomi	
2.1 Pendahuluan	13
2.2 Sarana Produksi Dan Peranan Agronomi	14
2.2.1 Sarana Produksi Agronomi	14
2.2.2 Peranan Agronomi	15
Bab 3 Tanaman Pertanian	
3.1 Pendahuluan	21
3.2. Bentuk-Bentuk Pertanian	23
3.2.1 Pertanian Sawah	23
3.2.2 Tegalan	24
3.2.3 Pekarangan	25
3.2.4 Ladang Berpindah	25
3.2.5 Tanaman Perkebunan/Tanaman Keras	26

Bab 7 Energi Dan Produksi Pertanian	
7.1 Pendahuluan.....	71
7.2 Bentuk-Bentuk Energi.....	72
7.2.1 Energi Kinetik.....	72
7.2.2 Energi Potensial.....	72
7.2.3 Energi Panas.....	72
7.2.4 Energi Kimia.....	72
7.2.5 Energi Nuklir.....	73
7.2.6 Energi Listrik.....	74
7.3 Energi Tidak Terbarukan.....	75
7.4 Energi Baru Terbarukan.....	75
7.5 Bioenergi Dari Produk Pertanian.....	77
7.5.1. Metode Analisis Pemilihan Bahan Baku Berbasis Produk Pertanian.....	78
7.5.2 Bioetanol Dari Tongkol Jagung.....	80
7.5.3 Biogas Dari Limbah Organik.....	82
7.6 Energi Berbahan Baku Limbah Alginat.....	83
Bab 8 Struktur Morfologi Dan Fungsi Tanaman	
8.1 Pendahuluan.....	85
8.2 Daun.....	87
8.3 Batang.....	89
8.4 Akar.....	90
8.5 Bunga.....	93
8.6 Buah.....	94
8.7 Biji.....	98
Bab 9 Pertumbuhan, Perkembangan Tanaman Dan Faktor Lingkungan	
9.1 Pendahuluan.....	99
9.2 Dasar-Dasar Pertumbuhan Tanaman Di Dalam Sel.....	100
9.3 Fotosintesis.....	101
9.4 Fase Pertumbuhan Dan Karbohidrat.....	104
9.4.1 Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman.....	104
9.4.2 Perimbangan Fase Vegetatif Dan Reproduksi.....	106
9.5 Faktor Lingkungan.....	108
9.5.1 Faktor Abiotik Yang Mempengaruhi Tanaman.....	108
9.5.2 Faktor Biotik Yang Mempengaruhi Tanaman.....	112

Bab 7

Energi dan Produksi Pertanian

7.1 Pendahuluan

Selama ini dalam ilmu kimia, ilmu fisika atau ilmu biologi menjelaskan bahwa energi dikenal sebagai segala sesuatu yang dapat digunakan. Setiap benda dapat memiliki energi baik benda hidup atau benda mati. Selanjutnya energi juga dikenal adalah energi kinetik, energi potensial, energi mekanik, energi termal, energi listrik dan energi nuklir yang dimiliki oleh setiap benda. Pada setiap aktivitasnya manusia, hewan, dan tumbuhan selalu memerlukan energi. Energi yang dapat digunakan dari makanan dan minuman yang dikonsumsi.

Mesin-mesin dan alat elektronik dapat beroperasi jika ada energi yang menggerakannya. Energi yang digunakan mesin mobil berasal dari bahan bakar berupa bensin, solar, atau dapat juga berupa bahan bakar bentuk lainnya; sedangkan alat elektronik dapat beroperasi jika ada sumber energi listrik. Energi yang dimiliki mesin digunakan untuk melakukan usaha, misalkan mesin mobil digunakan untuk menggerakkan roda sehingga mobil dapat bergerak. Mobil dapat bergerak karena adanya perubahan energi, yaitu energi kimia ke energi gerak yang dihasilkan oleh mesin.

7.2 Bentuk-bentuk Energi

Energi adalah ukuran dari kesanggupan benda tersebut untuk melakukan suatu usaha. Energi berasal dari bahasa Yunani yaitu *energia* yang berarti kemampuan untuk melakukan usaha. Energi merupakan besaran yang kekal, artinya energi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan, tetapi dapat diubah dari suatu bentuk satu ke bentuk yang lain namun tidak merubah jumlah atau besar energi secara keseluruhan. Energi yang dimiliki oleh suatu benda bisa bermacam-macam bentuk, diantaranya energi kinetik, energi potensial, energi mekanik, energi panas, energi listrik, energi kimia, dan energi nuklir (Kandi, 2012).

7.2.1 Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi dari suatu benda yang dimiliki karena pengaruh gerakannya, contohnya ketika seseorang yang sedang berlari, maka posisi orang tersebut akan berubah setiap detiknya, perubahan posisi ini menunjukkan bahwa orang itu memiliki energi.

7.2.2 Energi Potensial

Energi potensial adalah energi yang dimiliki suatu benda akibat adanya pengaruh tempat atau kedudukan dari benda tersebut. Energi potensial disebut juga dengan energi diam karena benda yang dalam keadaan diam dapat memiliki energi. Jika benda tersebut bergerak, maka benda itu mengalami perubahan energi potensial. Energi potensial memiliki beberapa bentuk diantaranya: energi potensial gravitasi, energi potensial pegas, dan lain – lain (Kandi, 2012).

7.2.3 Energi Panas

Energi panas adalah energi ini muncul saat terjadinya perubahan suhu benda, dan menjalar dari bagian yang panas ke bagian yang dingin. Energi ini dapat dideteksi dengan indera peraba dan termometer.

7.2.4 Energi Kimia

Energi kimia adalah energi yang tersimpan secara kimiawi. Makhluk hidup mendapatkan makanan dari berbagai cara dapat menghasilkan energi kimia yang sangat bermanfaat bagi tubuh. Minyak bumi mengandung energi kimia yang sangat bermanfaat untuk bahan bakar. Baik energi kimia dalam makanan

maupun energi kimia dalam minyak bumi berasal dari energi matahari. Energi cahaya matahari sangat diperlukan untuk proses fotosintesis pada tumbuhan sehingga mengandung energi kimia. Tumbuhan dimakan oleh manusia dan hewan sehingga tumbuhan dan hewan memiliki energi. Energi kimia dalam minyak bumi sangat bermanfaat untuk menggerakkan kendaraan, alat-alat pabrik, dll (Kandi, 2012).

7.2.5 Energi Nuklir

Energi nuklir adalah energi yang dihasilkan dari reaksi inti. Reaksi inti ada 2 macam, yaitu reaksi pembelahan (reaksi fisi) dan reaksi penggabungan (reaksi fusi) yang kedua-duanya menghasilkan suatu energi yang sangat besar. Kedua jenis tersebut memiliki pembentukan energi melalui cara yang berbeda. Nuklir fisi dengan pemecahan inti berat, sedangkan nuklir fusi dengan penggabungan inti ringan (Maemunah, dkk., 2019).

Energi ini diperoleh dari hasil reaksi inti karena adanya persinggungan antara partikel - partikel dengan inti atom tersebut sehingga terbentuklah inti baru yang berbeda dengan inti semula. Pada reaksi nuklir dapat menyebabkan pelepasan energi atau penyerapan energi, tetapi pada umumnya kita lebih tertarik pada pelepasan energi yang sangat dahsyat. Energi yang dilepaskan pada reaksi nuklir ini sangat besar, hal ini melanggar Hukum Kekekalan Energi. (Kandi, 2012)

Reaksi fisi dan reaksi fusi merupakan reaksi yang eksoergik sehingga dapat diperkirakan besarnya energi yang menyertai reaksi penembakan inti (transmutasi inti) (Sukarna, 1997). Pada reaksi fisi, neutron yang tidak mempunyai muatan listrik dapat dengan mudah mendekati dan bereaksi dengan inti dapat belah, seperti uranium-235. Tetapi pada reaksi fusi, kedua inti yang bereaksi mempunyai muatan listrik positif dan gaya tolak menolak antara mereka yang disebut gaya Coulomb yang harus di atasi agar kedua inti tersebut dapat bersatu (Agung, 1998). Pada tahun 1905, Albert Einstein menghasilkan Teori Relativitas. Menurut Einstein, massa merupakan bentuk lain dari energi berkurangnya massa dalam suatu sistem akan diiringi dengan meningkatnya energi. Pada tahun 1932 Cockcroft dan Walton, dengan menggunakan akselerator menembak lithium dengan menggunakan proton dan menghasilkan dua buah partikel alpha untuk setiap satu proton.

Ternyata massa dua partikel alpha lebih kecil daripada jumlah massa proton dan massa inti litium. Didapatkan bahwa energi kinetik kedua partikel alpha jauh lebih besar daripada energi kinetik awal proton. Dari hasil perhitungan

menunjukkan bahwa energi ekstra yang dimiliki oleh partikel alpha tepat sebanding dengan massa yang hilang, hal ini sesuai dengan persamaan energi dari Einstein. Hukum Kekekalan Energi yang telah dikenal sebelum Einstein, telah dilanggar, energi muncul karena diciptakan. Sejak tahun 1932, ratusan eksperimen nuklir yang sejenis telah dilakukan untuk mengecek hubungan massa dan energi dari Einstein, ternyata hasilnya selalu valid. Energi yang dihasilkan dari perubahan massa nuklir disebut energi nuklir. (Kandi, 2012)

Kemajuan di bidang fisika nuklir telah membawa manusia untuk selangkah lebih maju menuju tercapainya kesejahteraan manusia. Hal ini diilhami oleh penemuan fisi nuklir oleh empat ilmuwan Jerman; Otto Hahn, Lise Meitner, Fritz Strassman, dan Otto Frisch pada tahun 1939. Mereka menemukan bahwa penembakan inti berat dengan neutron dapat menghasilkan inti belah dan dihasilkan sejumlah energi. Sejak penemuan fisi nuklir tersebut perkembangan di bidang fisika nuklir tak terelakkan lagi (Wiyatmo, 2014).

7.2.6 Energi Listrik

Energi listrik adalah energi yang ditimbulkan oleh benda yang bermuatan listrik. Muatan listrik yang diam (statis) menimbulkan energi potensial listrik, sedangkan muatan listrik yang bergerak (dinamis) menimbulkan arus listrik dan energi magnet. Energi listrik dapat dihasilkan PLTN jauh lebih besar dibandingkan dengan energi yang dihasilkan oleh batubara ataupun minyak bumi. Sebagai ilustrasi, dalam 1 gram uranium dapat menghasilkan energi listrik sebesar 50.000 kWh bahkan dengan proses lebih lanjut dapat mencapai 3.500.000 kWh. Sementara 1 kg batubara dan 1 kg minyak bumi hanya dapat menghasilkan energi sebesar 3 kWh dan 4 kWh. Pada sebuah pembangkit listrik non- nuklir berkapasitas 1000 MWe diperlukan 2,600,000 ton batubara atau 2,000,000 ton minyak bumi sebagai bahan bakarnya. Sementara pada pembangkit listrik tenaga nuklir dengan kapasitas listrik yang sama hanya memerlukan 30 ton uranium dengan teras reaktor 10 m³, sebagai bahan bakarnya. Saat ini, kontribusi energi nuklir terhadap pasokan kebutuhan energi primer dunia sekitar 6% dan pasokan kebutuhan energi listrik global sekitar 17% (Kandi, 2012).

7.3 Energi Tidak Terbarukan

Energi tidak terbarukan ialah energi yang diperoleh dari sumber daya alam yang melalui proses pembentukan selama ratusan tahun sampai jutaan tahun. Energi tak terbarukan ialah gas alam, minyak bumi, dan batu bara yang apabila sumber daya tersebut terus digunakan, akan memerlukan waktu yang sangat lama untuk menggantikannya.

Ketersediaan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia semakin berkurang yang diperkirakan akan habis sekitar 18 tahun kemudian dan dapat menyebabkan timbulnya krisis energi (Kementerian ESDM, 2007). Jenis energi minyak bumi diperkirakan akan terus menurun, namun perannya masih cukup tinggi hingga tahun 2050. Kondisi tersebut mendorong pencarian sumber bahan bakar alternatif seperti bahan bakar nabati (BBN) karena tingkat kebutuhan BBM semakin meningkat yang mencapai 6 % pada tahun 2007 (Kardono, 2008). Upaya ini sesuai kebijakan pemerintah Indonesia tentang pemanfaatan bahan bakar alternatif (Perpres No. 5, 2006).

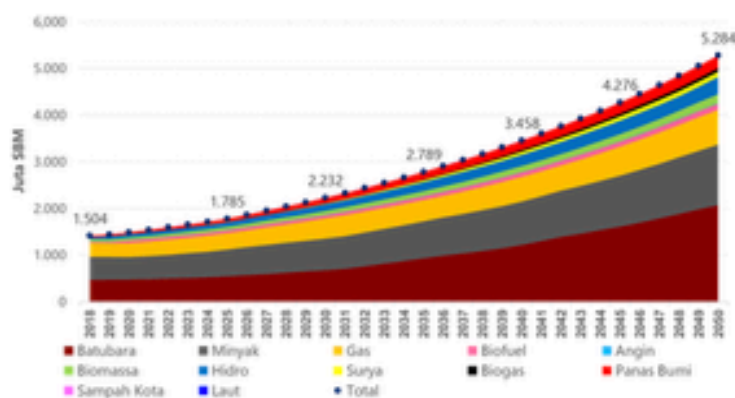
Disamping itu, ketergantungan penggunaan bahan bakar minyak (BBM) terutama di sektor transportasi masih tinggi dikarenakan teknologi transportasi berbasis listrik dan gas masih belum mampu menggeser dominasi teknologi transportasi berbasis BBM, sehingga kebutuhan impor energi semakin besar untuk pemenuhan kebutuhan BBM sebagian mentah sehingga memicu terjadinya krisis energi. Oleh karena itu masalah energi akan terus menjadi perhatian utama pemerintah di masa mendatang apalagi dengan meningkatnya masalah dampak lingkungan akibat pembakaran energi BBM untuk berbagai kegiatan sosial ekonomi nasional. (Mahyati, 2014)

7.4 Energi Baru Terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti tenaga surya, tenaga angin, arus air, proses biologi, panas bumi dan biomassa yang mengandung selulosa yang dapat dikonversi menjadi bahan bakar nabati. Energi terbarukan sebagai sumber energi yang dapat memenuhi kebutuhan energi untuk memenuhi energi nasional dan membantu usaha mitigasi dampak perubahan iklim global selain BBM yang semakin menipis. Sumber energi ini digunakan hampir di seluruh dunia yang telah

memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber energi strategis untuk mengantisipasi krisis energi. Energi terbarukan merupakan sumber energi yang berasal dari sumber daya alam dan tidak akan habis karena terbentuk dari proses alam yang berkelanjutan.

Indonesia sebagai negara yang terletak di khatulistiwa mempunyai sumber energi yang melimpah khususnya produk-produk pertanian. Pada bab ini, akan dibahas sumber-sumber energi terbarukan yang berasal dari bahan nabati maupun limbah nabati yang bisa dikonversi menjadi energi. Energi-energi tersebut saat ini digunakan sebagai sumber energi utama oleh masyarakat. Contohnya adalah seperti minyak bumi yang diolah menjadi bahan bakar minyak (BBM), tetapi banyak hal yang lain perlu dipertimbangkan antara lain harga, limbah yang dihasilkan dan teknologi yang dibutuhkan untuk mengkonversi menjadi BBN. Saat ini rasio elektrifikasi di Indonesia baru mencapai 55-60% dan hampir seluruh daerah yang belum dialiri listrik adalah daerah pedesaan yang jauh dari pusat pembangkit listrik. Dalam kurun waktu tahun 2005-2025, pemerintah memiliki target bauran energi baru terbarukan (EBT) sebesar 23% pada 2025 mendatang. Namun, sampai dengan 2020 baru tercapai hanya separuhnya yakni 11,20% sesuai Gambar 7.1. Namun demikian, peran EBT hingga tahun 2050 masih kurang dari seperlima dari total penyediaan energi. Penyediaan EBT tersebut didominasi oleh BBN, biomassa, hidro, dan panas bumi. Sementara itu, pangsa pasar bagi EBT lainnya (surya, angin, sampah dan biogas) relatif kecil. (EBTKE, 2021)



Gambar 7.1: Proyeksi Penyediaan Energi (outlook energi indonesia 2020)

7.5 Bioenergi dari Produk Pertanian

Beragam bahan baku hasil pertanian dapat digunakan untuk memproduksi bahan bakar nabati seperti bioavtur, biodiesel, dan bioethanol. Bahan baku pertanian tersebut bisa dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu minyak/lemak, pati/gula dan lignoselulosa. Tanaman penghasil minyak dan lemak antara lain adalah kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, nyamplung, kemiri sunan, mikroalga dan bahan lainnya. Tanaman penghasil pati/gula antara lain adalah tebu, ubi kayu, jagung, sagu, aren, sorghum, makroalga dan bahan lainnya. Sedangkan tanaman penghasil lignoselulosa antara lain adalah limbah kehutanan, limbah pertanian, rumput gajah dan lain-lain. Bappenas,2015).

Kajian tentang potensi tanaman di Indonesia sebagai bahan baku bioenergi, memberikan informasi terhadap dukungan dan prioritas tumbuhan yang layak dikembangkan menjadi bahan baku bahan bakar nabati (BBN) dan sebagai dasar pola pemikiran dalam pengembangan tanaman sebagai bahan baku energi BBN (Hambali dkk. 2015).

Tabel 7.1: Komoditas Tanaman BBN dan Tujuh Parameter yang Digunakan Untuk Penentuan Prioritas Pengembangan (Bappenas,2015)

No	Nama	Syngas Pangan/Non Pangan	Tanaman Bioenergi Multiguna	Kelengkapan pengembangan	Kebijakan Pemerintah	Kemudahan tumbuh di lahan marginal	Produktivitas (ton/ha/tha)	Biomassa (t/ha)
1	Kelapa sawit	Syngas	Multiguna	Sangat siap	Mendukung	Tidak	24	3970
2	Kelapa	Syngas	Multiguna	Sangat siap	Mendukung	Tidak	1,2 - 7,5	2689
3	Jarak Pagar	Non pangan	Cukup	Siap	Cukup	Mudah	5-10	1892
4	Nyamplung	Non pangan	Cukup	Siap	Mendukung	Mudah	20	2200
5	Kemiri Sunan	Non pangan	Cukup	Siap	Mendukung	Mudah	15	6000
6	Pingganis	Non pangan	Cukup	Tidak	Cukup	Mudah	7-20	3600-5000
7	Kacang	Non pangan	Cukup	Sangat siap	Cukup	Tidak	1,7	353
8	Tebu	Tidak	Cukup	Sangat siap	Mendukung	Tidak	75-95	3000-6000
9	Ubi Kayu	Tidak	Cukup	Sangat siap	Cukup	Mudah	30-40	4500
10	Jagung	Tidak	Cukup	Sangat siap	Cukup	Tidak	8-14	3000-6000
11	Sagu	Syngas	Cukup	Siap	Cukup	Tidak	25	4000-5000
12	Aren	Tidak	Cukup	Siap	Cukup	Tidak	80	11428
13	Sorghum	Non pangan	Cukup	Siap	Cukup	Mudah	30-50	5500-6000

Apabila energi sumber nabati tersebut dapat dikembangkan masyarakat terutama di pedesaan maka akan dapat diciptakan masyarakat yang mandiri energi terutama untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga sehari-hari. Harus diakui bahwa sampai saat ini ongkos produksi energi terbarukan masih lebih mahal dibandingkan dengan energi fosil (Kementan, 2010). Namun demikian, menurut Mentan (Kompas, Januari 2013) bahwa pemenuhan kebutuhan pangan harus menjadi prioritas utama dalam perumusan kebijakan

dan pengembangan bioenergi jangan mengganggu pasokan pangan. Secara global ekspansi biofuel tersebut telah menyumbang 20-40% dari kenaikan harga pangan dunia pada kurun waktu 2007-2008.

Selanjutnya Kardono (2008) mengungkapkan bahwa terdapat beberapa alasan mengapa pengembangan bahan bakar nabati mesti dilakukan di Indonesia. Pertama, adalah ketersediaan beragam bahan baku BBN dan lahan yang sesuai untuk pengembangan bahan baku BBN. Kedua, adalah teknologi proses BBN telah dikuasai oleh sumber daya manusia dalam negeri (rekayasa, penelitian, dan pengembangan). Ketiga, adalah industri BBN melibatkan peran serta masyarakat, termasuk para petani sehingga akan meningkatkan pendapatan petani sekaligus mengatasi tingginya angka pengangguran (hingga mencapai 10 juta orang pengangguran terbuka) dan angka kemiskinan (39,1 juta orang). Keempat, pengembangan BBN ini merupakan peluang bagi pemerintah daerah untuk meningkatkan pembangunan ekonomi dan peluang untuk melakukan ekspor BBN.

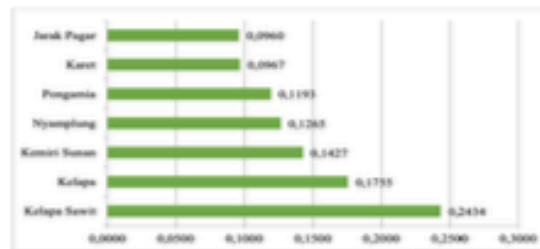
7.5.1 Metode Analisis Pemilihan Bahan Baku Berbasis Produk Pertanian

Pemilihan bahan baku yang potensial menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Hierarki pemilihan bahan baku yang potensial dikembangkan disusun dalam tiga tingkatan. Pertama fokus, yaitu pemilihan tanaman BBN potensial. Kedua adalah kriteria yang dipertimbangkan dalam memilih tanaman BBN yang potensial dikembangkan adalah: bahan pangan yang sudah surplus, produktivitas tanaman, rendemen BBN, tanaman energi multiguna, kesiapan pengembangan tanaman, kebijakan pemerintah, kemudahan tumbuh di lahan marginal. tingkat ketiga adalah alternatif tanaman BBN, yang dikelompokkan menjadi tanaman penghasil biodiesel (kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, nyamplung, kemiri sunan, karet (biji), dan pongamia) dan tanaman penghasil bioetanol (tebu, ubi kayu, jagung, sagu, aren, dan sorghum). Hirarki pengambilan keputusan dan hasil analisis pengolahan data pemilihan tanaman BBN penghasil Biodiesel menggunakan metode AHP selengkapnya dapat dilihat pada Gambar .7.2



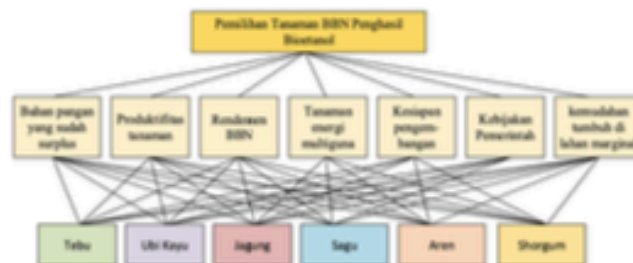
Gambar 7.2 Hirarki Pemilihan Tanaman BBN Penghasil Biodiesel (Bappenas, 2015)

Hasil analisis AHP tanaman BBN penghasil biodiesel menunjukkan kelapa sawit adalah sumber bahan baku yang paling potensial dengan bobot 0,24 yang dapat dilihat pada Gambar 7.3



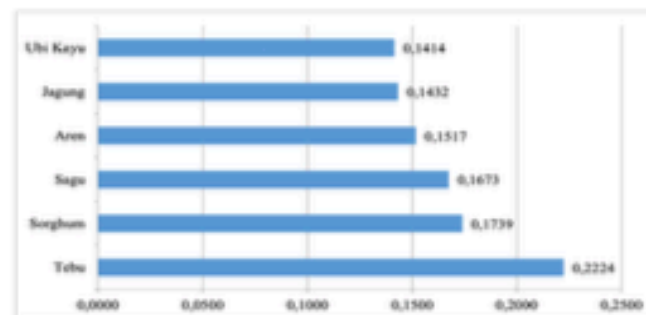
Gambar 7.3: Nilai Skor Kriteria Pemilihan Bahan Baku BBN Potensial Biodiesel (Bappenas, 2015)

Hirarki pengambilan keputusan dan hasil analisis pengolahan data pemilihan tanaman BBN penghasil bioetanol menggunakan metode AHP selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 7.4



Gambar 7.4: Hirarki Pemilihan Tanaman BBN Penghasil Bioetanol (Bappenas, 2015)

Selanjutnya hasil analisis AHP tanaman BBN penghasil bioetanol menunjukkan tebu adalah sumber bahan baku yang paling potensial dengan bobot 0,22 dengan tampilan score dapat dilihat pada Gambar 7.5



Gambar 7.5: Nilai Skor Kriteria Pemilihan Bahan Baku BBN Potensial Bioetanol (Bappenas, 2015)

7.5.2 Bioetanol dari Tongkol Jagung

Bioetanol dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif karena dapat diproduksi dari bahan baku yang terbarukan antara lain: molase (Saraswati, 2006), bagas tebu (Gozan dan Samsuri, 2007), tongkol jagung (Zakpa, 2009 dan Yah, 2010) dan lain – lain.

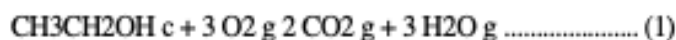
Bioetanol dapat diproduksi dari tanaman pangan (bahan baku generasi pertama) seperti tebu, jagung, dan singkong. Produksi bioetanol dari bahan baku tersebut, dapat menimbulkan berbagai masalah karena tanaman pangan banyak dikonsumsi masyarakat. Jika tanaman pangan tersebut digunakan untuk produksi bioetanol, maka produksi pangan akan menurun sehingga harganya meningkat dan terjadi ketidakseimbangan pangan. Bahan alternatif yang dapat digunakan untuk pembuatan bioetanol adalah limbah pertanian yang mengandung lignoselulosa misalnya bagas tebu, jerami padi, tongkol jagung dan lain lain. Bahan- bahan tersebut dikenal sebagai bahan baku generasi kedua dalam pembuatan bioetanol. (Mahyati, 2014)

Tongkol jagung (*Zea Mays L.*) yang merupakan limbah pertanian yang masih kurang dimanfaatkan mengandung 15 – 20 % lignin dan 80 – 85% holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa). Penelitian yang dilakukan oleh Kumar dkk, (2010) menunjukkan bahwa tongkol jagung mengandung cukup banyak α -selulosa (47,27 %b), β -selulosa (25,45 %b), dan γ - selulosa (27,27 %b) (Mahyati, 2014).

Tongkol jagung merupakan salah satu sumber lignoselulosa yang mengandung selulosa sebesar 40 % yang dapat dikonversi menjadi bioetanol. Pemanfaatan tongkol jagung membutuhkan perlakuan pendahuluan untuk menghilangkan kandungan lignin sebelum proses fermentasi.

Perlakuan pendahuluan yang menggunakan enzim memiliki beberapa kelemahan antara lain waktu yang dibutuhkan lebih lama, harga enzim murni relatif mahal sehingga biaya produksi meningkat. Oleh karena itu, penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif tidak menguntungkan bila dibandingkan BBM dari fosil yang harganya lebih murah, sehingga diperlukan beberapa metode alternatif proses pembuatan bioetanol yang murah dan ramah lingkungan. Adapun konsentrasi bioetanol hasil fermentasi hanya mencapai 11,82 % menggunakan tongkol jagung sehingga dilakukan pemurnian bioetanol menggunakan metode destilasi. (Mahyati, 2014)

Pada penelitian sebelumnya telah diperoleh etanol sebesar 10% dari tongkol jagung yang selanjutnya dehidrasi menggunakan membran erpaporasi hingga diperoleh kualitas fuel grade dengan konsentrasi etanol 99.6% (Mahyati, 2011) yang digunakan dalam pengujian ini sebagai aditif premium. Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi, tidak memberikan tambahan netto CO₂ pada lingkungan karena CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran etanol diserap kembali oleh tumbuhan dalam proses fotosintesis dengan bantuan sinar matahari. Adapun reaksi pembakarannya sebagai berikut:



Bioetanol Oksigen Karbondioksida Air

Adanya penambahan bioetanol kedalam premium yang semakin besar cenderung menyebabkan kadar emisi CO yang dihasilkan semakin rendah dibanding premium. Kadar emisi CO minimum untuk semua jenis bahan bakar terjadi pada campuran premium dengan penambahan 100 ml bioetanol sebesar 0,84%, diperoleh pada putaran 3000 rpm. Namun pada putaran 3500 rpm, kadar emisi CO untuk semua penambahan bioetanol meningkat walaupun nilai lambda mendekati normal. Hal ini disebabkan tingginya putaran mesin yang diterapkan sehingga laju aliran bahan bakar (mf) yang masuk kedalam mesin semakin besar dan piston tidak maksimal untuk membakar seluruh campuran udara dan bahan bakar (overlapping) sehingga campuran udara dan bahan bakar sebagian ikut keluar melalui exhaust sebagai gas buang. (Muhammad Ridwan, 2012)

Menurut Badan Pengelola Lingkungan Hidup Daerah Jakarta (2013), pemanfaatan bahan bakar minyak (BBM) pada kendaraan bermotor akan menghasilkan beberapa senyawa karbon, seperti Karbon Monoksida (CO), Total Hidrokarbon (THC), debu (TSP), Oksida-oksida Nitrogen (NOx) dan Oksida-oksida Sulfur (Sox). Jenis bahan bakar lainnya, yaitu premium dengan TEL akan menghasilkan timbal, solar pada kendaraan bermotor akan mengeluarkan senyawa-senyawa tambahan, seperti aldehid dan Poli Alifatik Hidrokarbon (PAH) yang berdampak pada tingkat kesehatan. (Muhammad Chaerul, 2021)

7.5.3 Biogas dari limbah organik

Biogas merupakan salah satu sumber energi terbaru yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme dalam keadaan anaerobik. Untuk menghasilkan biogas dibutuhkan reaktor biogas (digester) yang merupakan suatu instalasi kedap udara sehingga proses dekomposisi dari bahan organik dapat berjalan secara optimum. Biogas dihasilkan dari bakteri metanigenik yang terjadi pada material-material yang dapat terurai secara alami dalam kondisi anaerobik. (Asri, 2014)

Biogas adalah gas mudah terbakar (flammable) yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerob (bakteri yang hidup dalam kondisi kedap udara) Pada umumnya semua jenis bahan organik bisa diproses untuk menghasilkan biogas, namun demikian hanya bahan organik (padat, cair) homogen seperti kotoran dan urin (air kencing) hewan ternak yang cocok untuk sistem biogas yang sederhana. Ada beberapa alasan mengapa energi biogas sangat potensial untuk dikembangkan, yaitu : pertama banyaknya bahan baku berupa kotoran sapi di Indonesia, sehingga supply akan terjamin ketersediaannya, kedua regulasi di bidang energi mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang murah, ketiga beralihnya petani untuk menggunakan pupuk organik yang disebabkan oleh harga pupuk non organik yang mahal.

Disamping itu juga sangat mungkin menyatukan saluran pembuangan di kamar mandi atau WC ke dalam sistem biogas. Di daerah yang banyak industri pemrosesan makanan antara lain tahu, tempe, ikan pindang atau brem bisa menyatukan saluran limbahnya ke dalam sistem Biogas, sehingga limbah industri tersebut tidak mencemari lingkungan di sekitarnya. Hal ini memungkinkan karena limbah industri tersebut di atas berasal dari bahan organik yang homogen. Jenis bahan organik yang diproses sangat memengaruhi

produktifitas sistem biogas disamping parameter-parameter lain seperti temperatur digester, pH, tekanan dan kelembapan udara. Bahan organik dimasukkan ke dalam ruangan tertutup kedap udara (digester) sehingga bakteri anaerob akan membusukkan bahan organik tersebut yang kemudian menghasilkan gas (biogas). Manfaat energi biogas adalah sebagai pengganti bahan bakar khususnya minyak tanah dan dipergunakan untuk memasak. (Mulyati, 2016)

Dalam skala. besar, biogas dapat digunakan sebagai pembangkit energi listrik. Di samping itu, dari proses produksi biogas akan dihasilkan sisa kotoran ternak yang dapat langsung dipergunakan sebagai pupuk organik pada tanaman/budidaya pertanian. Limbah biogas, yaitu kotoran ternak yang telah hilang gasnya (slurry) merupakan pupuk organik yang sangat kaya akan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman. Bahkan, unsur-unsur tertentu seperti protein, selulose, lignin, dan lain-lain tidak bias digantikan oleh pupuk kimia.

7.6 Energi Berbahan Baku Limbah Alginat

Produksi bioetanol dari limbah alginat secara sakarifikasi dan fermentasi simultan dengan menggabungkan mikroba penghasil enzim selulase yaitu *Trichoderma viride* dan mikroba yang umum digunakan untuk fermentasi *Saccharomyces Cerevisiae*. Proses sakarifikasi dan fermentasi simultan dilakukan selama 7 hari dengan memvariasikan kondisi pH awal proses di mana variasi pH yang digunakan yaitu pH awal 4,5; 5,0; dan 5,5. Pengukuran nilai pH, dan kadar gula pereduksi dilakukan setiap hari, sedangkan kadar etanol yang terbentuk diukur mulai dari hari ke-3 hingga hari ke-7. Bahan yang digunakan dalam pembuatan bioetanol adalah limbah alginat. Limbah alginate dikonversi menjadi bioetanol melalui proses fermentasi secara simultan (SSF). Pada proses ini dilakukan preparasi limbah alginat dengan cara mengeringkan limbah tersebut dengan sinar matahari hingga kering kemudian diblender hingga menjadi tepung. Proses pembuatan bioetanol dari biomassa alginate dilakukan melalui hidrolisis dan fermentasi secara simultan (SSF) dengan kultur biakan *Trichoderma viride* dan *Saccharomyces Cerevisiae* (Kiki, 2021).