PERTANIAN PRESS

KEMIRI SUNAN

SUMBER ENERGI **TERBARUKAN**

Evi Savitri Iriani, dkk.

KEMIRI SUNAN

SUMBER ENERGI **TERBARUKAN**

KEMIRI SUNAN

SUMBER ENERGI **TERBARUKAN**

Evi Savitri Iriani, dkk.

Pertanian Press
2024

Kemiri Sunan: Sumber Energi Terbarukan

@ Evi Savitri Iriani, dkk.

Penulis: Evi Savitri Iriani, Kuntoro Boga Andri, Tedy Dirhamsyah, Indah Sulistiyorini, Intan Nurhayati, Diah Ayu Rahmawati, Funny Soesanthy, Dwi Astutik, Mustofa, Muhammad Firdaus Oktafiyanto, Hapsah Adawiyatul Qodir, Siska Ema Ardiyanti, Setty Utami, Ida Komariah, Sefti Virgian, Muftikhatul Mu'awanah, Sidyani Rahma Sidik, Deninta Luthfi Khoirunnisa, Rahmat Nur Madani, Arlia Dwi Hapsari, Yhone Arialistya

Editor: Ifan Muttaqien, Eni Kustanti

Penelaah Susbtansi: Dibyo Pranowo

Proofreader: Johanes Hutabarat

Desain Kover & Tata Letak: Wildan Aulia Rahman

Edisi Pertama: Desember 2024

Katalog Dalam Terbitan (KDT):

Kemiri Sunan: Sumber Energi Terbarukan / Evi Savitri Iriani, Tedy Dirhamsyah, Indah Sulistiyorini [dan 18 lainnya].— Jakarta: Pertanian Press, 2024

xiv,100 hlm .: ilus. ; 21 cm.

ISBN 978-979-582-304-9

E-ISBN 978-979-582-305-6 (PDF)

1. REUTEALIS TRISPERMA 2. SEEDS 3. PLANT PROPAGATION
4. CULTIVATION 5. PROCESSING

I. IRIANI, Evi Savitri

UDC 633.85:662.7

Diterbitkan oleh:
Pertanian Press
Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian RI
Jl. Harsono R.M. No. 3, Ragunan, Jakarta Selatan

Alamat Redaksi:
Pusat Perpustakaan dan Literasi Pertanian
Jl. Ir. Juanda No. 20, Bogor
Telp. (0251) 8321746
Faks. (0251) 832656

HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
tanpa izin tertulis dari penerbit

Kata Pengantar

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, penulis haturkan atas limpahan rahmat-Nya sehingga buku berjudul **"Kemiri Sunan: Sumber Energi Terbarukan"** dapat diselesaikan. Di tengah tantangan krisis energi, perubahan iklim global dan desakan transisi bahan bakar ramah lingkungan yang tak terelakkan, pencarian solusi berbasis bioenergi menjadi keniscayaan. Karya ini hadir sebagai respons terhadap tantangan multidimensi di bidang ketahanan energi, dekarbonisasi, dan pemanfaatan sumber daya hayati secara berkelanjutan.

Kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) menempati posisi strategis dalam peta inovasi energi terbarukan di Indonesia. Tanaman marginal ini tidak hanya menjanjikan pasokan minyak nabati berkualitas tinggi untuk produksi biodiesel, tetapi juga merepresentasikan sinergi antara restorasi ekosistem, penguatan ekonomi lokal, dan mitigasi emisi karbon. Kandungan asam lemak tak jenuh pada bijinya yang mencapai 40-50% membuka peluang substitusi energi fosil, sekaligus menjawab paradigma *green economy* yang mengedepankan keseimbangan ekologis.

Melalui buku ini, tim penulis mengkaji potensi kemiri sunan secara komprehensif, mulai dari aspek agronomi, efisiensi konversi energi, hingga analisis kelayakan rantai pasok bioenergi. Selain itu, buku ini disertai identifikasi tantangan teknis, kebijakan, dan sosial-ekonomi. Karya ini diharapkan menjadi referensi strategis bagi pemangku kepentingan dalam merumuskan kebijakan energi berbasis biomassa yang inklusif dan berorientasi jangka panjang.

Saya sepenuhnya menyadari bahwa dinamika riset energi terbarukan berkembang begitu cepat. Ucapan terima kasih tak terhingga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah menyelesaikan proses penulisan, khususnya tim penulis dari Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Industri dan Penyegar (BSIPTRI). Semoga hasil dari literasi buku ini mampu menjadi pemantik diskusi progresif tentang bioenergi Nusantara di masa depan.

Salam,

Kuntoro Boga Andri
Kepala Pusat Standardisasi Instrumen Perkebunan,
Kementerian Pertanian

Prakata

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi dan semakin meningkatnya isu perubahan iklim, pencarian sumber energi yang ramah lingkungan menjadi sangat penting. Dalam beberapa dekade terakhir, permasalahan energi dan dampaknya terhadap lingkungan telah menjadi perhatian global. Keterbatasan sumber daya fosil dan dampak negatif dari penggunaannya mendorong pencarian alternatif yang lebih berkelanjutan. Dalam konteks ini, kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) muncul sebagai salah satu solusi yang menjanjikan. Tanaman ini tidak hanya dapat dimanfaatkan sebagai sumber minyak nabati nonpangan untuk bahan baku biodiesel, tetapi juga memiliki potensi ekonomi dan lingkungan yang signifikan.

Karya ini disusun untuk menggali potensi kemiri sunan sebagai sumber energi terbarukan, mulai dari aspek budi daya hingga proses pengolahan. Dengan tingginya kandungan minyak yang signifikan, kemiri sunan dapat diolah menjadi biodiesel yang mampu memberikan kontribusi bagi pengurangan emisi karbon dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar yang berasal dari fosil. Selain itu, kemiri sunan juga memiliki manfaat ekonomi bagi para petani dan masyarakat.

Melalui penulisan ini, kami berharap pembaca dapat memahami pentingnya pengembangan sumber energi terbarukan, serta potensi kemiri sunan dalam menghadapi tantangan energi global dan informasi

yang disajikan dapat memperluas pemahaman tentang pentingnya energi terbarukan serta mendorong penggunaan sumber daya yang lebih berkelanjutan. Terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi selama proses penyusunan karya ini.

Tim Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar v
Prakata vii
Daftar Isi ix
Daftar Tabel xi
Daftar Gambar xiii

Bab 1 Kemiri Sunan, Energi Terbarukan Masa Depan 1
A. Pentingnya Energi Terbarukan 1
B. Kemiri Sunan, Energi Alternatif di Masa Depan 4

Bab 2 Mengenal Kemiri Sunan 5
A. Potensi Kemiri Sunan 5
B. Kemiri Sunan Tanaman Konservasi dan Reklamasi 6
C. Kendala Pengembangan untuk Konservasi dan Reklamasi Lahan 10

Bab 3 Teknik Perbanyakan Benih 11
A. Sumber Benih 11
B. Teknik Perbanyakan Benih Secara Generatif 15
C. Teknik Perbanyakan Kemiri Sunan Secara Vegetatif 22

Bab 4 Teknik Budi Daya 31
A. Penyiapan Lahan 31
B. Penanaman 38
C. Pemupukan 40
D. Penyiraman Tanaman 42
E. Pemeliharaan 43
Bab 5 Hama dan Penyakit serta Pengendaliannya 45
A. Hama Tanaman 45
B. Penyakit pada Tanaman Kemiri Sunan 50
Bab 6 Panen dan Pascapanen 51
A. Panen 51
B. Pascapanen (Pengolahan Buah Segar Menjadi Biji Kering) 54
Bab 7 Pengolahan Kemiri Sunan 59
A. Ekstraksi Minyak Kemiri Sunan 59
B. Proses Pembuatan Biodiesel Kemiri Sunan 65
Bab 8 Analisis Usaha Tani Biodiesel Kemiri Sunan 86
A. Perhitungan Ekonomi Usaha Tani Biodiesel 86
B. Analisis Ekonomi 88
Bab 9 Energi Baru Terbarukan, Mewariskan Keberlanjutan Bumi 90

Daftar Pustaka 92

Daftar Tabel

Tabel 1 Deskripsi varietas Kemiri Sunan 1, Kemiri Sunan 2, Kermindo 1, dan Kermindo 2 11

Tabel 2 Takaran dan jenis pupuk di pembenihan kemiri sunan 21

Tabel 3 Spesifikasi mutu benih kemiri sunan asal biji umur 4 sampai 12 minggu 21

Tabel 4 Spesifikasi benih kemiri sunan asal biji untuk batang bawah (*rootstock*) pada umur 1 sampai 3 bulan setelah penanaman kecambah 26

Tabel 5 Jenis dan takaran pupuk benih hasil *grafting* 29

Tabel 6 Kriteria kesesuaian iklim dan lahan tanaman kemiri sunan 32

Tabel 7 Klasifikasi kemiringan untuk pembuatan terasering 35

Tabel 8 Dosis anjuran pemupukan tanaman kemiri sunan 41

Tabel 9 Perbandingan teknik ekstraksi terhadap rendemen pada beberapa sumber minyak nabati 63

Tabel 10 Syarat mutu biodiesel 72

Tabel 11 Jenis-jenis hama dan patogen yang dikendalikan dengan menggunakan kemiri sunan 82

Tabel 12 Komponen biaya budi daya tanaman kemiri sunan 87

Tabel 13 Biaya proses pengolahan biodiesel kemiri sunan 88

Tabel 14 Pendapatan pengolahan biodiesel kemiri sunan per tahun 89

Daftar Gambar

Gambar 1 Buah Kemiri Sunan 1 13
Gambar 2 Buah Kemiri Sunan 2 13
Gambar 3 Penampilan pohon Kemiri Sunan 2 14
Gambar 4 Penampilan pohon Kermindo 1 14
Gambar 5 Penampilan pohon Kermindo 2 15
Gambar 6 Bak perkecambahan (*seedbed*) biji kemiri sunan 17
Gambar 7 Kecambah kemiri sunan (a) kecambah normal, (b) kecambah afkir 18
Gambar 8 Ilustrasi penyambungan benih kemiri sunan 28
Gambar 9 Sketsa guludan pada lahan berlereng < 8% 36
Gambar 10 Sketsa teras bangku 36
Gambar 11 Sketsa teras individu (tapak kuda) 36
Gambar 12 Buah kemiri sunan yang telah matang fisiologis 52
Gambar 13 Proses pengambilan buah kemiri sunan yang telah jatuh ke tanah 53
Gambar 14 Buah kemiri sunan hasil panen 54
Gambar 15 Biji kemiri sunan yang sudah dikupas kulit buahnya 55
Gambar 16 Mesin decorticator untuk mengupas tempurung kemiri sunan 56
Gambar 17 Kernel kemiri sunan yang sudah dikeringkan 57

Gambar 18 Rumah pengering *hybrid* 58
Gambar 19 Ekstraksi MKKS menggunakan alat press hidrolik manual 60
Gambar 20 Mesin *single screw press* untuk ekstraksi MKKS 61
Gambar 21 Metode ekstraksi MKKS dengan pelarut 62
Gambar 22 Minyak kasar kemiri sunan dari 4 varietas 64
Gambar 23 Proses penurunan asam lemak bebas 66
Gambar 24 Diagram alur proses pembuatan biodiesel 67
Gambar 25 Peralatan pembuatan biodiesel skala laboratorium 68
Gambar 26 Reaktor biodiesel 68
Gambar 27 Tampilan pemisahan gliserol pada skala lab (kiri) dan reaktor (kanan) 70
Gambar 28 Tahapan pencucian biodiesel 71
Gambar 29 Perbandingan biodiesel yang sudah (kiri) dan belum dikeringkan (kanan) 72

Bab 1
Kemiri Sunan,
Energi Terbarukan Masa Depan

A. Pentingnya Energi Terbarukan

Dalam menghadapi tantangan global seperti perubahan iklim, semakin menipisnya cadangan sumber daya fosil, dan kebutuhan energi yang terus meningkat, pengembangan energi alternatif menjadi sangat penting. Energi alternatif adalah sumber daya yang digunakan untuk menghasilkan energi sebagai pengganti dan/atau substitusi dari sumber energi konvensional. Energi alternatif umumnya lebih ramah lingkungan karena memiliki dampak yang lebih rendah terhadap perubahan iklim dan lingkungan. Tujuan utama dari penggunaan energi alternatif adalah mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang terbatas dan mengurangi emisi gas rumah kaca yang berkontribusi pada perubahan iklim global.

Energi yang berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batubara dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungan di antaranya yaitu:

- Polusi udara. Bahan bakar fosil menghasilkan emisi gas rumah kaca, termasuk karbondioksida (CO_2), yang mempercepat pemanasan global. Selain itu, pembakaran bahan bakar fosil juga mengeluarkan partikel halus (PM2.5) dan menimbulkan kerusakan ozon yang dapat meningkatkan risiko kesehatan seperti stroke, penyakit jantung, dan kanker paru-paru;

- Perubahan iklim. Karbondioksida yang dilepaskan saat proses pembakaran bahan bakar fosil dapat memerangkap panas di atmosfer, sehingga menyebabkan perubahan iklim dan pemanasan global;
- Kerusakan lingkungan. Proses ekstraksi bahan bakar fosil dari perut bumi dapat merusak lingkungan;
- Ketergantungan pada impor bahan bakar fosil dapat memengaruhi ekonomi dan kualitas hidup masyarakat.

Dampak negatif penggunaan bahan bakar fosil sangat luas dan kompleks, memengaruhi kesehatan manusia dan lingkungan secara langsung dan tidak langsung. Sebagai upaya mengurangi dampak ini, transisi ke sumber energi terbarukan dan penerapan kebijakan yang berkelanjutan sangat penting untuk melindungi kesehatan masyarakat dan menjaga kelestarian lingkungan.

Bahan bakar nabati (BBN) menjadi salah satu alternatif dalam upaya pengembangan energi terbarukan di Indonesia. Dengan potensi sumber daya alam yang melimpah, Indonesia memiliki peluang besar untuk memanfaatkan BBN sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil. Dengan dukungan kebijakan yang tepat, inovasi teknologi, dan pengelolaan yang berkelanjutan, BBN dapat berkontribusi signifikan dalam memenuhi kebutuhan energi nasional, mengurangi emisi, dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Tantangan yang ada perlu diatasi untuk memaksimalkan potensi BBN dan memastikan keberlanjutan pasokan energi di masa depan.

Pemerintah Indonesia telah menyusun Grand Strategi Energi Nasional 2020-2040 untuk mengatasi kebutuhan energi hingga dua dekade mendatang. Tujuan utamanya adalah menyediakan energi yang cukup,

merata, terjangkau, berkelanjutan, dan dapat diakses oleh seluruh lapisan masyarakat. Beberapa tantangan yang dihadapi meliputi peningkatan impor Bahan Bakar Minyak (BBM), penurunan produksi minyak mentah, ekspor batubara yang terhambat, dan infrastruktur gas serta listrik yang belum terintegrasi.

Pemerintah Indonesia telah mengambil berbagai langkah untuk mengembangkan bahan bakar nabati (BBN) sebagai bagian dari upaya untuk mencapai ketahanan energi dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Langkah nyata dan regulasi yang telah diterapkan, yaitu:

- Rencana Umum Energi Nasional (RUEN): RUEN menargetkan proporsi energi terbarukan, termasuk BBN, dalam bauran energi nasional. Kebijakan ini memberikan panduan untuk pengembangan sumber energi terbarukan di Indonesia;
- Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006: Peraturan ini mengatur penggunaan BBN, menekankan pentingnya pengembangan biodiesel dan bioetanol sebagai alternatif bahan bakar;
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM): peraturan ini mengatur standar dan kebijakan terkait produksi dan penggunaan BBN, termasuk persyaratan untuk kualitas biodiesel dan bioetanol.
- Pembangunan Fasilitas Pengolahan: Pemerintah mendorong pembangunan fasilitas pengolahan bahan bakar nabati, termasuk pabrik biodiesel, untuk mendukung industri BBN di tingkat lokal.
- Penyuluhan untuk petani: Program penyuluhan bagi petani tentang budi daya tanaman energi, termasuk kemiri sunan, jarak, dan tanaman penghasil minyak lainnya untuk meningkatkan produksi BBN.

- Kampanye Kesadaran Energi Terbarukan: Meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai manfaat dan pentingnya menggunakan BBN sebagai bagian dari transisi energi.
- Mandatori BBN: Pemerintah menetapkan target mandatori untuk pencampuran BBN dalam bahan bakar fosil, seperti biodiesel 30% (B30), untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

B. Kemiri Sunan, Energi Alternatif di Masa Depan

Bagi Indonesia yang memiliki kekayaan alam yang luar biasa, pengembangan bahan bakar alternatif yang berkelanjutan menjadi sebuah keniscayaan. Bahkan menjadi target prioritas untuk membangun daulat energi. Banyak pilihan, mulai dari gas alam, panas bumi, hingga pemanfaatan tanaman sebagai *biofuel* (bahan bakar nabati). Bahan bakar nabati merupakan alternatif energi terbarukan yang menjanjikan di Indonesia. Dengan potensi sumber daya yang melimpah dan dukungan kebijakan pemerintah, pengembangan bahan bakar nabati dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap keberlanjutan energi, pengurangan emisi, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Dari sekian banyak tanaman potensial penghasil bahan bakar nabati, kemiri sunan menjadi sebuah pilihan yang menjanjikan. Dengan karakter buahnya yang bersifat toksik, maka pemanfaatannya tidak bersaing dengan kebutuhan pangan. Selain itu, tanaman kemiri sunan bisa tumbuh dengan baik di lahan marginal sehingga cocok untuk tanaman konservasi dan memperbaiki kandungan bahan organik tanah.

Bab 2
Mengenal Kemiri Sunan

A. Potensi Kemiri Sunan

Kemiri Sunan [*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw] adalah satu tanaman yang semakin menarik untuk dibudidayakan di Indonesia dan negara-negara tropis lainnya. Tanaman ini dikenal karena potensi ekonominya yang signifikan, khususnya sebagai sumber minyak nabati dan bahan baku untuk berbagai industri. Selain nilai ekonomisnya, kemiri sunan juga memiliki manfaat ekologis, seperti mencegah erosi tanah dan meningkatkan kualitas lingkungan.

Tanaman kemiri sunan dicirikan oleh tajuk yang dapat mencapai tinggi hingga 20 meter dengan daun lebar dan bunga berwarna kuning. Buahnya berbentuk bola yang mengandung biji berbentuk kapsul yang kaya akan minyak. Tanaman ini tidak hanya dikenal sebagai penghasil biji, tetapi juga berfungsi sebagai pohon peneduh dan penghijauan.

Kemiri Sunan memiliki beberapa potensi seperti:

1. Sumber minyak: Biji kemiri sunan mengandung minyak nabati yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai bahan baku industri.
2. Bahan bakar: Minyak kemiri sunan dapat diolah menjadi bioenergi, menjadikannya alternatif sumber energi yang ramah lingkungan.
3. Pertanian berkelanjutan: Kemiri sunan dapat ditanam di lahan marginal dan kurang subur, sehingga dapat membantu meningkatkan produktivitas lahan dan mendukung pertanian berkelanjutan.

Kemiri sunan tidak hanya memiliki nilai ekonomis, tetapi juga memberikan berbagai manfaat lingkungan yang penting, yaitu mencegah erosi karena akarnya yang kuat dapat membantu menahan tanah, terutama di daerah dengan curah hujan tinggi. Dengan demikian, tanaman ini berkontribusi pada stabilitas tanah dan mencegah hilangnya lapisan *top soil*. Proses dekomposisi dari daun menjadi bahan organik dapat meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki struktur tanah. Kemiri sunan dapat berfungsi untuk menahan air, memperlambat aliran air di permukaan tanah (*run-off*), dan mengurangi risiko longsor. Dengan memperlambat aliran permukaan air, kemiri sunan juga membantu menjaga kelembapan tanah yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Selain itu, kemiri sunan juga dapat berperan sebagai habitat bagi berbagai jenis fauna.

Meskipun memiliki banyak potensi, pengembangan kemiri sunan di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, seperti kurangnya pengetahuan teknis dalam budi daya, pengolahan, dan pemasarannya. Namun, dengan dukungan penelitian dan pengembangan, serta peningkatan kesadaran akan manfaatnya, kemiri sunan berpeluang untuk menjadi komoditas unggulan yang dapat berkontribusi pada pelestarian lingkungan dan keberlanjutan pertanian di Indonesia.

B. Kemiri Sunan Tanaman Konservasi dan Reklamasi

Konservasi lahan merupakan upaya perlindungan, perbaikan dan pemakaian sumber daya alam (tanah, air, dan ekosistem di atasnya) untuk kegiatan manusia dengan prinsip ekonomi sosial dan lingkungan. Konservasi lahan memiliki tujuan dalam menjaga keanekaragaman hayati, kualitas tanah dan ketersediaan sumber daya alam. Konservasi

lahan dapat dilakukan dengan menanam tanaman yang adaptif sehingga mampu mencegah erosi, meningkatkan daya guna lahan, dan meningkatkan produksi serta penghasilan petani.

Konservasi lahan dapat dilakukan melalui penghijauan, penanaman kembali, dan perlindungan hutan-hutan alami. Pengurangan deforestasi dapat mempertahankan hutan-hutan sehingga menjaga cadangan karbon yang tersimpan dalam biomassa tumbuhan dan tanah secara signifikan. Praktik konservasi lahan yang mendukung pengelolaan lahan berkelanjutan, seperti rotasi tanaman, agroforestri, dan pemeliharaan lahan basah, dapat meningkatkan penyerapan karbon serta mengurangi emisi gas rumah kaca akibat kegiatan pertanian dan alih fungsi lahan. Selain itu, praktik konservasi lahan tidak hanya berperan dalam menyimpan karbon, tetapi juga dapat membantu mengurangi emisi karbon yang dilepaskan ke atmosfer (Herman dan Pranowo, 2010).

Kemiri sunan memiliki peranan sebagai tanaman penghijauan atau agroforestri dalam kegiatan konservasi lahan. Kemiri sunan memiliki tajuk lebar dan rindang berbentuk tajuk setengah bulat menyerupai payung dengan jumlah daun melimpah, berbatang kokoh, serta sistem perakaran yang luas dan dalam. Tanaman kemiri sunan dapat tumbuh dengan ketinggian mencapai 15-20 meter. Sebelum pembentukan bunga, kemiri sunan akan menggugurkan daunnya. Serasah atau daun kering tersebut dapat menjadi sumber bahan organik, yang dapat meningkatkan kesuburan tanah baik secara kimia, biologi, dan fisik tanah. Bahan organik yang tinggi pada permukaan tanah dapat meningkatkan penyerapan air ke dalam tanah dan meningkatkan kapasitas tanah menyimpan air melalui perbaikan struktur dan agregat tanah. Bahan organik yang tinggi di bawah tanaman kemiri sunan dapat menjadi penyangga tanah dan menekan laju erosi. Bahan

organik yang tinggi pada permukaan tanah pun berfungsi sebagai sumber bahan energi bagi mikroba, dan akan meningkatkan jumlah mikrobia yang tumbuh pada daerah perakaran. Mikroba tanah yang sangat tinggi dapat membantu proses dekomposisi bahan organik (Herman dan Pranowo, 2010).

Kemiri sunan pertumbuhannya cepat pada akar tunjang dan akar lateral dengan area penyebaran yang lebar dan dalam sehingga mampu menyangga tanah dan membantu proses pelapukan batuan induk tanah. Proses pertumbuhan akar kemiri sunan dalam kurun waktu tertentu dan berkelanjutan dapat memecah dan membuat celah batuan induk menjadi bahan mineral tanah. Perakaran kemiri sunan yang kuat dan dalam, mampu menyimpan air dalam tanah dan menjaga kestabilan tanah sehingga mampu mengurangi erosi tanah, terutama di daerah yang rentan terhadap longsor atau banjir. Tanaman kemiri sunan memiliki kemampuan untuk mengikat tanah, mencegah erosi, dan meningkatkan kesuburan tanah sehingga dapat mempertahankan kelestarian lahan serta mengurangi degradasi lingkungan (Herman dan Pranowo, 2010).

Pohon kemiri sunan juga dapat memengaruhi iklim mikro di sekitarnya. Kanopi pohon dapat menjadi naungan, mengurangi panas, dan menjaga kelembapan di sekitar tanah. Hal ini dapat membantu tanaman lain di sekitarnya untuk tumbuh dengan baik. Pohon kemiri sunan menyerap karbon dioksida (CO_2), melepaskan oksigen (O_2), membantu meningkatkan kualitas udara, dan mengurangi polusi udara. Berdasarkan data penelitian, biomassa kemiri sunan bagian atas mencapai 1,5-2,5 ton per pohon setara dengan stok karbon terakumulasi sebesar 0,9-1,6 ton per pohon (Herman dan Pranowo, 2010).

Berbeda dengan konservasi, reklamasi lahan merupakan upaya perbaikan terhadap lahan yang mengalami kerusakan/perubahan karakteristik dari kondisi semula. Kegiatan reklamasi biasanya dilakukan pada lahan yang telah rusak akibat aktivitas manusia, seperti pertambangan, pembangunan, dan pertanian intensif. Kegiatan reklamasi lahan dapat dilakukan dengan memperbaiki kesehatan dan kesuburan tanah agar selanjutnya dapat dimanfaatkan kembali dalam bidang pertanian. Kegiatan peningkatan kualitas tanah dilakukan dengan menambah lapisan tanah, bahan organik, bahan pembenah tanah, dan menanam vegetasi baru.

Tanaman kemiri sunan dapat berfungsi sebagai agen reklamasi lahan karena mampu tumbuh pada kondisi lahan marginal, lahan miring, lahan asam, lahan kering, dan lahan tercemar logam berat. Lahan bekas tambang memiliki sifat fisik maupun kimia yang buruk bagi pertumbuhan tanaman. Kerusakan struktur tanah, penurunan jumlah mikroba tanah, keterbatasan bahan organik, serta tingginya kandungan logam berat menyebabkan tidak semua tanaman mampu tumbuh di lahan bekas tambang. Industri pertambangan menghasilkan limbah yang mengandung logam berat seperti Pb, Cd, Ag, dan Hg yang berdampak buruk bagi tumbuhan. Logam berat tersebut dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat, mengganggu aktivitas fisiologi, dan menyebabkan kerusakan struktural pada tumbuhan. Menurut penelitian Hilmi *et al*. (2018), anakan kemiri sunan dapat hidup selama 90 hari pada tanah dengan cemaran logam 100%. Hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman kemiri sunan toleran pada lahan bekas tambang dan berperan sebagai agen fitoremediasi.

C. Kendala Pengembangan untuk Konservasi dan Reklamasi Lahan

Ancaman pengembangan kemiri sunan sebagai agen konservasi dan reklamasi lahan cukup intensif. Ancaman-ancaman terhadap populasi kemiri sunan meliputi penggunaan lahan yang tidak berkelanjutan, dan perubahan iklim. Penggunaan lahan yang tidak berkelanjutan dapat menjadi ancaman karena perubahan fungsi lahan seperti konversi lahan kemiri sunan menjadi lahan perkebunan dan pemukiman sehingga mengurangi habitat alami kemiri sunan. Kurangnya regulasi terkait dengan upaya konservasi dan reklamasi lahan menggunakan kemiri sunan menyebabkan pengembangannya menjadi lebih lambat. Industri pertambangan juga tidak melakukan reklamasi lahan bekas tambang dengan penanaman vegetasi baru seperti kemiri sunan. Beberapa program konservasi belum cukup efektif diterapkan pada lahan bekas tambang.

Kemiri sunan memiliki potensi besar sebagai tanaman multifungsi, terutama dalam upaya konservasi dan reklamasi lahan. Namun, pengembangannya tidak lepas dari berbagai tantangan. Di antara tantangan utama yang dihadapi adalah masyarakat umum belum mengetahui manfaat dari kemiri sunan. Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan upaya kolaboratif antara pemerintah, lembaga swadaya masyarakat, sektor swasta, dan masyarakat lokal. Langkah-langkah yang diperlukan termasuk perlindungan habitat kemiri sunan, adaptasi terhadap perubahan iklim, pengendalian penyakit dan hama, dan peningkatan kesadaran serta partisipasi masyarakat dalam upaya konservasi dan pengembangan industri kemiri sunan. Dengan pendekatan yang holistik dan terkoordinasi, keberlangsungan populasi kemiri sunan dapat dipertahankan untuk jangka panjang.

Bab 3
Teknik Perbanyakan Benih

A. Sumber Benih

Penggunaan benih bermutu sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dalam budi daya tanaman. Benih yang berkualitas tinggi memiliki daya tumbuh yang baik, tahan terhadap hama dan penyakit, serta memiliki produktivitas tinggi. Benih kemiri sunan yang digunakan adalah benih yang telah dilepas sebagai varietas unggul melalui surat keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia. Hingga saat ini, benih kemiri sunan yang telah dilepas adalah 4 varietas kemiri sunan. Deskripsi dari masing-masing varietas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Deskripsi varietas Kemiri Sunan 1, Kemiri Sunan 2, Kermindo 1, dan Kermindo 2

Deskripsi	Varietas			
	Kemiri Sunan 1	**Kemiri Sunan 2**	**Kermindo 1**	**Kermindo 2**
SK Pelepasan Varietas	No: 4000/Kpts/ SR.120/9/2011	No: 4044/Kpts/ SR.120/9/2011	No: 1084/Kpts/ SR.120/10/2014	No: 1085/Kpts/ SR.120/10/2014
Buah	Kulit buah berwarna hijau, daging buah berwarna putih, berbentuk jantung	Kulit buah berwarna hijau, daging buah berwarna putih, berbentuk jantung	Kulit buah berwarna hijau, tekstur permukaan kulit buah kasar, daging buah berwarna putih, berbentuk *oblate* (menyerupai bola pipih)	Kulit buah berwarna hijau, tekstur permukaan kulit buah kasar, daging buah berwarna putih, berbentuk *conical* (kerucut)

Tabel 1 Deskripsi varietas Kemiri Sunan 1, Kemiri Sunan 2, Kermindo 1, dan Kermindo 2 (lanjutan)

Deskripsi	Varietas			
	Kemiri Sunan 1	Kemiri Sunan 2	Kermindo 1	Kermindo 2
Biji	Bentuk biji bulat lonjong	Bentuk biji agak oval - agak bulat	Bentuk biji bulat berwarna cokelat kehitaman	Bentuk biji bulat berwarna cokelat kehitaman
Produksi biji	110 kg/pohon/ tahun	76,55 kg/pohon/ tahun	157, 17 kg/ pohon/tahun	133,89 kg/ pohon/tahun
Nilai rendemen minyak	38,10–42,00%	47,21–56,00%	49,68%	49,17%
Bilangan asam	4,6–7,79 mg KOH/g minyak	2,40–6,30 mg KOH/g minyak	3,42–4,53 mg KOH/g minyak	3,06–3,93 mg KOH/g minyak
Bilangan iod	127,8–129,09%	111,45–120,31%	85,98%	86,52%
Viskositas	110,17–114, 11 Mm^2/s (cSt)	101,23–112,61 Mm^2/s (cSt)	109,45–113,83 Mm^2/s (cSt)	109,12–111,23 Mm^2/s (cSt)
Daerah pengembangan	Daerah dengan ketinggian 500–700 m dpl, tipe iklim B	Daerah dengan ketinggian 50–400 m dpl, tipe iklim B dan C	Daerah dengan ketinggian 400–500 m dpl, tipe iklim C	Daerah dengan ketinggian 400–500 m dpl, tipe iklim C
Ketahanan terhadap hama dan penyakit	Toleran terhadap hama ulat kantung	Toleran terhadap hama ulat kantung	Toleran terhadap hama ulat kantung	Toleran terhadap hama ulat kantung
Sistem perbanyakan	Grafting	Grafting	Grafting	Grafting

Gambar 1 Buah Kemiri Sunan 1

(Sumber: BPSI TRI, 2024)

Gambar 2 Buah Kemiri Sunan 2

(Sumber: BPSI TRI, 2024)

Gambar 3 Penampilan pohon Kemiri Sunan 2

(Sumber: BPSI TRI, 2024)

Gambar 4 Penampilan pohon Kermindo 1

(Sumber: BPSI TRI, 2024)

Gambar 5 Penampilan pohon Kermindo 2

(Sumber: BPSI TRI, 2024)

B. Teknik Perbanyakan Benih Secara Generatif

Penyediaan bahan tanam kemiri sunan dapat dilakukan secara generatif dengan menggunakan biji yang diambil dari pohon induk terpilih (PIT). Benih kemiri sunan termasuk benih rekalsitran yang memiliki karakteristik kadar air antara 30–70%, sensitif terhadap pengeringan, daya simpan singkat, mudah terserang cendawan, dan sensitif terhadap suhu rendah sehingga perlu penanganan lebih intensif. Kriteria biji yang digunakan sebagai benih unggul mencakup:

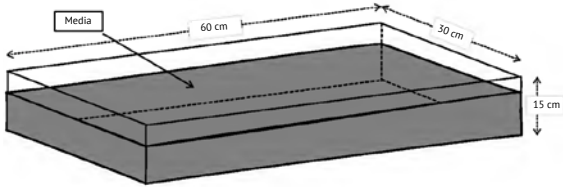
1. Biji yang digunakan sebagai benih berasal dari buah yang sudah masak fisiologis dengan ciri buah berwarna hijau kecokelatan, kulit buah lunak, dan kulit biji berwarna cokelat;
2. Memiliki bentuk yang normal;
3. Mempunyai tingkat kemurnian lebih dari 70%;
4. Berat per biji antara 100–120 gram;
5. Warna kulit biji harus cokelat atau cokelat kehitaman;
6. Kadar air dalam biji berkisar antara 7–9%;
7. Daya kecambah biji harus lebih dari 80%.

Persemaian kemiri sunan dilakukan dengan tujuan untuk mengecambahkan dan menumbuhkan benih yang masih dalam bentuk biji. Proses perkecambahan ini membutuhkan waktu antara 2 hingga 4 minggu. Benih yang telah berkecambah kemudian ditanam dalam polybag berisi media tanah yang telah dicampur dengan pupuk organik dengan perbandingan 1:1. Ada beberapa kriteria penting yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi yang ideal untuk pembenihan kemiri sunan agar hasilnya berkualitas, yaitu:

1. Area perbenihan datar, mudah diakses, memiliki sistem drainase yang baik dan terhindar dari risiko banjir;
2. Sumber air memadai dan berkualitas, lengkap dengan fasilitas penyediaannya;
3. Terlindung dari gangguan hewan ternak atau hewan liar;
4. Lokasi terbuka dan menerima cahaya matahari secara penuh.

Persemaian dilakukan dalam bedengan dengan ukuran lebar 1 meter, panjang 1,5-2 meter, dan tinggi 15-20 cm. Bedengan dibatasi oleh parit drainase dengan lebar 20-40 cm yang berperan sebagai

saluran pembuangan air dan jalur untuk melakukan pemeliharaan. Tanah lapisan atas (*top soil*) pada bedengan diolah dengan cara digemburkan, dihaluskan, dan dibersihkan dari sampah serta sisa-sisa akar. Selanjutnya, tanah tersebut dicampur dengan sekam padi, serbuk gergaji, atau pasir dengan rasio 1:1.



Gambar 6 Bak perkecambahan (*seedbed*) biji kemiri sunan
(Sumber: Herman *et al.,* 2013)

Biji kemiri yang digunakan untuk benih direndam dalam campuran air dan fungisida dengan konsentrasi 0,2% selama 24 jam. Biji yang masih mengapung direndam lagi selama 4 jam, dan biji yang tetap mengapung setelah periode tersebut dianggap tidak layak. Benih yang tenggelam (menandakan kualitasnya baik) kemudian dipilih untuk ditanam pada bedengan. Benih tersebut diletakkan dalam lubang tanam dengan kedalaman sekitar 2 cm dan jarak tanam 5 × 5 cm. Permukaan bedengan kemudian ditutupi dengan mulsa dari jerami padi atau alang-alang. Setiap hari, bedengan disiram hingga lembap, tetapi tidak tergenang.

Kecambah kemiri sunan yang berkualitas baik menunjukkan retakan pada permukaannya, dan calon akar (radikula) tumbuh bersama dengan beberapa akar lateral. Sebaliknya, benih yang tidak bermutu memiliki ciri-ciri terserang jamur, dan calon akarnya kerdil atau terlalu panjang, melebihi diameter bijinya. Biji kemiri yang menunjukkan perkecambahan normal kemudian dipindahkan dari bedengan dan ditanam ke dalam polybag.

Gambar 7 Kecambah kemiri sunan (a) kecambah normal, (b) kecambah afkir

(Sumber: Kepmentan RI No 330/KPTS/KB.020/10/2015)

Pembenihan kemiri sunan sebaiknya dilakukan dengan cara persemaian di polybag. Benih kemiri sunan umumnya tumbuh relatif cepat. Pemeliharaan benih dalam bedengan berupa penyiraman, pengendalian gulma, dan pemupukan. Pemupukan dilakukan setiap bulan menggunakan NPK dengan dosis 2,5 gram per polybag. Pemindahan kecambah ke polybag harus dilakukan segera setelah biji berkecambah di bedengan. Pemindahan kecambah yang terlambat dapat merusak akar dan menyebabkan pertumbuhan benih yang tidak normal. Oleh karena itu, jangan memindahkan kecambah dengan akar yang terlalu panjang.

1) Ukuran Polybag

Polybag yang digunakan untuk benih kemiri sunan sebaiknya dilipat bagian bawahnya dan memiliki lubang untuk menjaga agar media di dalamnya tidak tergenang air. Polybag yang digunakan berukuran lebar 20 cm, panjang 25 cm, ketebalan 0,15 mm, dan berwarna hitam. Polybag disusun dalam formasi segi empat dengan jarak antar poros kira-kira 24 cm. Untuk setiap meter persegi, dapat ditempatkan sebanyak 16 polybag. Pada area pembenihan

seluas 1 hektar (10.000 m^2), 8.000 m^2 atau 80% digunakan untuk penataan polybag, sementara 2.000 m^2 atau 20% sisanya untuk jalan kontrol dan parit drainase. Dengan pengaturan ini, 1 hektar lahan bisa menampung sekitar 128.000 benihkemiri sunan.

2) Media tanam pembenihan

Media tanam untuk pembenihan kemiri sunan menggunakan tanah dari lapisan atas (*top soil*) yang telah disaring menggunakan ayakan dengan lubang ukuran 1,0 cm × 1,0 cm. Lapisan atas tanah dicampur dengan pupuk kandang atau pasir atau sekam padi dengan rasio 1:1:1. Jika tanah yang digunakan sudah cukup gembur, cukup campur tanah tersebut dengan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1.

3) Penataan dan Pengisian Polybag

Pengisian media tanam dalam polybag dilakukan sampai penuh dan padat hingga permukaannya rata tanpa ada kerutan atau lekukan. Tata polybag tersebut dalam bedengan yang berukuran 1–1,5 meter dengan jumlah 7–10 polybag/bedengan. Setiap bedengan diberi label yang mencantumkan tanggal penanaman, jumlah benih, dan asal benih. Media tanam dalam polybag disiram agar tanah di dalamnya menjadi stabil dan tetap lembap.

4) Seleksi Kecambah

Sebelum kecambah dipindahkan ke polybag, perlu dilakukan seleksi untuk memisahkan benih kecambah yang tidak layak. Benih kecambah yang tidak memenuhi kriteria harus dibuang. Ciri-ciri fisik dari benih kecambah yang dianggap tidak layak antara lain:

a. Radikula yang berputar atau yang tumbuh terlalu panjang;

b. Radikula yang tidak berkembang dengan baik, tampak kerdil dan kecil;

c. Radikula dengan bentuk yang tidak normal atau mengalami kerusakan;

d. Kecambah yang terinfeksi penyakit, dimana radikula membusuk dan terdapat bercak jamur.

5) Penanaman Kecambah

Sebelum menanam kecambah, pastikan media tanam di dalam polybag tetap lembap dan tidak kering. Penyiraman media tanam dilakukan sampai jenuh air ditandai dengan air yang menetes dari lubang di bagian bawah polybag.

Kecambah yang telah lolos seleksi diletakkan pada baki yang diberi alas karung goni yang telah direndam dalam larutan fungisida. Kecambah ditanam dengan posisi calon akar atau bagian biji yang retak menghadap ke bawah, dengan kedalaman sekitar 2 cm di tengah-tengah media tanam. Hindari penanaman terlalu dalam atau biji terbalik.

Pemeliharaan benih kemiri sunan di dalam polybag meliputi penyiraman, penyiangan gulma yang tumbuh di dalam polybag atau di sekitarnya, serta pengendalian hama dan penyakit dengan pestisida yang sesuai. Penyiraman dilakukan pada pagi dan sore hari dengan menghindari kelebihan air yang dapat menggenangi bibit. Jika terjadi genangan air, lubangi polybag di bagian bawahnya menggunakan paku untuk membuang air yang berlebihan. Jika pada malam hari hujan maka tidak perlu dilakukan penyiraman. Selama tahap pembenihan, benih kemiri sunan juga perlu dipupuk sesuai dengan takaran yang disarankan.

Tabel 2 Takaran dan jenis pupuk di pembenihan kemiri sunan

Umur (Bulan)	Urea (gr/phn)	Sp-36 (gr/phn)	KCL (gr/phn)
1	-	-	-
2	5	10	5
3	5	10	5
4	10	15	10
5	15	20	15

Sumber: Syakir *et al.* (2014)

6) Seleksi Benih

Seleksi benih diawali dari usia 2 bulan pasca penanaman kecambah di polybag hingga benih mencapai usia 12 minggu dan siap untuk ditanam. Proses seleksi ini bertujuan untuk memastikan bahwa benih yang akan ditanam sehat dan berkualitas.

Tabel 3 Spesifikasi mutu benih kemiri sunan asal biji umur 4 sampai 12 minggu

No	Spesifikasi	Umur Benih		
		1 Bulan	2 Bulan	3 Bulan
1	Tinggi Benih (cm)	> 16	> 18	> 30
2	Diameter Batang (cm)	> 0,5	> 0,6	> 0,7
3	Jumlah Daun (helai)	> 2,5	> 4,0	> 8,0
4	Panjang Daun (cm)	> 5	> 8	> 12
5	Lebar Daun (cm)	> 4	> 7	> 9

Sumber: Syakir *et al.* (2014)

C. Teknik Perbanyakan Kemiri Sunan Secara Vegetatif

Teknik perbanyakan kemiri sunan secara vegetatif dapat dilakukan melalui penyambungan (*grafting*), okulasi, sambung samping, atau kultur jaringan. Di antara teknik perbanyakan vegetatif tersebut teknik penyambungan (*grafting*) lebih efektif dan efisien. Teknik *grafting* menggabungkan antara batang bawah berasal biji yang memiliki perakaran kokoh dengan batang atas (*entres*) yang berasal dari klon unggul. Keuntungan perbanyakan secara *grafting* antara lain tanaman lebih pendek, lingkar batang lebih besar, indeks luas daun lebih tinggi, lebih cepat berbunga, lebih mudah dalam pemeliharaan, dan lebih tahan pada kondisi lahan marginal. Tahapan perbanyakan benih kemiri sunan melalui *grafting* adalah sebagai berikut:

1. Penyiapan Batang Bawah (*Rootstock*)

a) Persemaian

Langkah-langkah penyiapan calon batang bawah mulai dari seleksi benih, penyemaian/pengecambahan benih, penyiapan media tanam dalam polybag, pemeliharaan benih, sampai mencapai umur yang sesuai untuk dilakukan penyambungan dengan calon batang atas.

Pembenihan kemiri sunan dimulai dengan proses pengecambahan biji yang berasal dari pohon yang dipilih dari blok produksi tinggi sebagai calon *rootstock*. Pohon induk terpilih harus memiliki perakaran yang kuat, batang yang kokoh dan besar, serta kanopi yang lebar dan teduh. Biji yang dipilih untuk dijadikan benih harus memiliki berat lebih dari 6 gram/biji, matang secara fisiologis, berkulit cokelat kehitaman dan

mengkilat, bebas dari kerusakan atau retak, tidak terkena serangan hama dan penyakit, serta tidak tercampur dengan biji dari sumber lain, kadar air biji tidak boleh lebih dari 7%.

Proses pengecambahan kemiri sunan dilakukan dengan beberapa langkah berikut:

1. Media pengecambahan disiapkan menggunakan tanah *top soil* yang dicampur secara merata dengan sekam padi, pasir, atau serbuk gergaji. Tanah tersebut diayak menggunakan saringan berukuran 1,0 × 1,0 cm untuk menghindari masuknya gumpalan tanah, bebas dari kotoran, dan sisa-sisa akar. Media tanam harus steril dari jamur dan penyakit lainnya;
2. Media dimasukkan ke dalam bak pengecambahan yang memiliki ukuran lebar 30 cm, panjang 60 cm, dan tinggi 15 cm;
3. Biji direndam dalam air selama 24 jam, dan biji yang tenggelam ditempatkan dalam bak pengecambahan. Biji yang masih mengapung direndam lagi selama 4 jam, dan biji yang tetap mengapung setelah periode tersebut dianggap tidak layak. Air rendaman dapat ditambah fungisida sebanyak 0,2% untuk mencegah jamur;
4. Biji yang telah berkecambah ditanam dalam bak dengan radikula menghadap ke bawah sejauh 1 cm dan ditempatkan dengan jarak 3 × 3 cm, sehingga setiap bak bisa menampung 200 biji;
5. Setelah biji diatur dalam bak, ditutup dengan mulsa atau lapisan tanah halus dan diletakkan di tempat yang terbuka namun terlindungi dari gangguan hewan.

b) Pemeliharaan dan Seleksi Kecambah

Setelah kecambah ditanam di bedengan, segera lakukan penyiraman yang cukup agar media dan biji basah secara merata. Hindari penyiraman berlebih agar tidak ada genangan air yang tersisa. Penyiraman harus dilakukan secara teratur untuk memastikan kelembapan bedengan tetap terjaga.

c) Pembenihan

Pemindahan kecambah ke polybag harus dilakukan segera setelah biji pecah untuk menghindari akar terlalu panjang karena dapat menyebabkan kerusakan akar yang berakibat pada pertumbuhan yang tidak normal.

Polybag yang digunakan memiliki ketebalan 0,15 mm, lebar 20 cm, panjang 25 cm, berwarna hitam, dan terdapat empat baris lubang yang berjarak 5 cm dimulai dari bagian tengah bawah polybag. Polybag sebaiknya dilipat di bagian bawahnya sehingga dapat berdiri tegak setelah diisi media.

Media tanam terdiri dari campuran *top soil*, pupuk kandang, dan pasir atau sekam padi dengan perbandingan 1:1:1. Media harus diayak menggunakan ayakan berukuran 1,0 cm × 1,0 cm untuk menghilangkan gumpalan tanah, bebatuan, dan sisa akar, sehingga bersih. Kondisi musim memengaruhi komposisi media: selama musim hujan, komposisi tetap 1:1:1 dari tanah, pasir atau sekam, dan pupuk kandang sedangkan pada musim kemarau, digunakan campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1.

Media harus diisi ke dalam polybag dan disusun rapi di bedengan sebelum pemindahan kecambah. Media tersebut disiram setiap hari untuk mencapai kepadatan tanah yang stabil sebelum penanaman

kecambah. Penyiraman berikutnya dilakukan hingga media jenuh air, yang ditandai dengan tetesan air dari lubang perforasi di bagian bawah, tepat sebelum penanaman kecambah.

Kecambah yang telah lolos seleksi direndam dalam larutan fungisida sebelum ditanam di media dengan posisi radikula atau bagian biji yang retak menghadap ke bawah, kedalaman yang digunakan 2 cm dari permukaan tanah, perlu dihindari penanaman yang terlalu dalam atau terbalik. Setelah penanaman, kecambah disiram lagi secukupnya. Setiap bedengan diberi label dengan informasi seperti tanggal tanam, jumlah benih, asal benih, tanggal rencana seleksi, dan tanggal rencana *grafting*.

d) Pemeliharaan Benih

Penyiraman dilakukan dua kali sehari, yaitu pada pagi dan sore hari untuk menjaga kelembapan tanah dalam polybag. Jika terjadi hujan di malam hari, penyiraman pagi bisa diabaikan, dan penyiraman sore tergantung pada kondisi kelembapan tanah. Jika terjadi genangan air akibat curah hujan yang berlebihan, buat lubang tambahan di polybag dengan menggunakan paku berdiameter 5 mm.

Perawatan lain yang perlu dilakukan yaitu 1) penyiangan gulma di dalam dan di luar polybag, 2) pengendalian hama dan penyakit dengan menyemprotkan larutan fungisida dan insektisida 0,02%, serta 3) pemupukan sesuai takaran yang direkomendasikan untuk pembenihan kemiri sunan.

Seleksi benih dimulai dari usia 2 bulan setelah kecambah ditanam di polybag dan berlanjut hingga benih siap untuk *grafting*. Ini biasanya terjadi sekitar 12 minggu setelah penanaman. Proses seleksi ini dilakukan dengan sangat teliti untuk memastikan bahwa semua

benih yang tumbuh memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Standar pertumbuhan untuk benih kemiri sunan yang digunakan sebagai batang bawah tercantum dalam Tabel 4.

Tabel 4 Spesifikasi benih kemiri sunan asal biji untuk batang bawah (*rootstock*) pada umur 1 sampai 3 bulan setelah penanaman kecambah

No	Spesifikasi	Umur Benih		
		1 Bulan	2 Bulan	3 Bulan
1	Tinggi benih (cm)	> 16	> 18	> 30
2	Diameter batang (cm)	> 0,5	> 0,6	> 0,7
3	Jumlah daun (helai)	> 2,5	> 4,0	> 8,0
4	Panjang daun (cm)	> 5	> 8	> 12
5	Lebar daun (cm)	> 4	> 7	> 9

Sumber: Herman *et al.* (2013)

2. Penyiapan Batang Atas

Batang atas (*entres*) yang berkualitas berasal dari varietas superior yang karakteristik genetiknya telah diketahui, memiliki produksi tinggi, serta rendemen minyak yang optimal. Varietas lokal yang telah dikembangkan termasuk Kemiri Sunan-1, Kemiri Sunan-2, Kermindo-1, dan Kermindo-2. Calon *entres* yang ideal adalah cabang atau ranting yang telah menjadi kayu dengan daun yang berada di tahap pertumbuhan vegetatif yang optimal, ditandai dengan daun yang hijau dan tebal serta tunas yang berada dalam kondisi dorman, yang terletak di ujung ranting dan terpapar sinar matahari langsung.

Calon entres yang memenuhi kriteria memiliki diameter batang antara 7-10 mm, ujung batang berwarna hijau segar dan pangkal batang berwarna cokelat. Panjang total *entres* harus minimal 15 cm, dengan sepertiga dari panjang tersebut berwarna hijau segar.

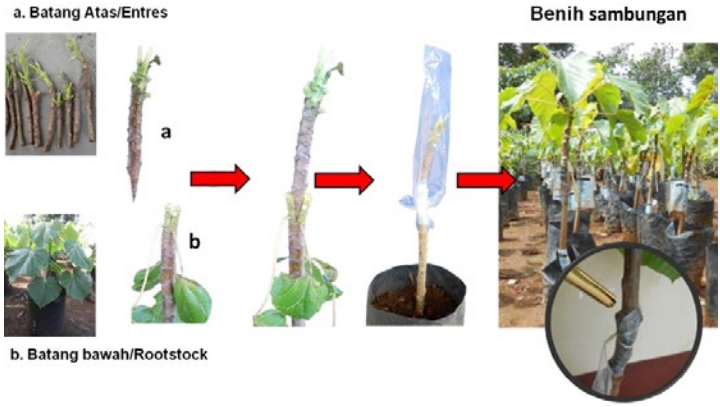
Pengambilan *entres* dilakukan dengan memotong pucuk menggunakan pisau yang tajam dan steril, lalu mengumpulkannya di tempat yang bersih dengan alas karung goni atau karton di area yang teduh. Seluruh daun dari pangkal sampai ujung harus dipotong. *Entres* yang telah dikumpulkan kemudian dibungkus dengan bahan yang dapat mempertahankan kelembapan seperti batang pisang atau karung goni yang dilembapkan, dan selanjutnya ditempatkan dalam kotak gabus yang terbuat dari *styrofoam*.

3. Pelaksanaan *Grafting*

Tujuan dari teknik pembenihan kemiri sunan melalui *grafting* adalah untuk mendapatkan benih yang memiliki potensi genetik serupa dengan pohon induknya serta lebih cepat berbuah dibandingkan benih yang dihasilkan dari biji. Benih batang bawah yang akan digunakan untuk *grafting* berumur tiga bulan setelah berkecambah serta harus dinaungi menggunakan paranet. Paranet yang dipilih adalah jenis yang memungkinkan 35% sinar matahari menembusnya (paranet 65%). Jika terjadi curah hujan yang tinggi dan berpotensi menimbulkan genangan, perlu ditambahkan pelindung dari plastik transparan yang dipasang di atas paranet untuk mengurangi jumlah air yang masuk ke dalam polybag.

a) Teknik penyambungan (*grafting*) batang bawah (*rootstock*) dan batang atas (*entres*)

Sebelum dilakukan proses penyambungan, calon batang bawah yang telah dipersiapkan perlu dikondisikan dengan memberikan naungan paranet 65%. Untuk menciptakan benih *grafting* yang berkualitas, diameter batang atas dan bawah harus diupayakan sama, yaitu antara 7–10 mm. Batang bawah (*rootstock*) dipotong dan ujungnya dibuat sayatan berbentuk "Λ" menggunakan pisau yang tajam dan steril, sedangkan batang atas (*entres*) dibuat sayatan yang menyerupai angka "V". Ukuran kedua sayatan ini diusahakan sama agar penyambungan berhasil. Penyambungan antara batang atas dan bawah harus dilakukan dengan akurat dan tepat, lalu sayatan tersebut diikat menggunakan plastik transparan agar terlindung dari air dan memastikan sambungan tersebut stabil serta tidak mudah terlepas. Selanjutnya, sambungan tersebut ditutup atau disungkup dengan kantong plastik transparan. Skema proses penyambungan benih kemiri sunan dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8 Ilustrasi penyambungan benih kemiri sunan.
(Sumber: Syakir *et al.*, 2014)

b) Pemeliharaan benih *grafting*

Benih kemiri sunan yang telah di-*grafting* diletakkan di bawah naungan paranet hingga muncul tunas daun baru. Penyiraman dilakukan setiap pagi dan sore untuk memastikan media tanam di dalam polybag lembap secara merata tanpa menyebabkan genangan. Jika terjadi hujan lebat pada malam hari, keesokan harinya tidak perlu dilakukan penyiraman. Penyiraman di sore hari tergantung pada tingkat kelembapan tanah dalam polybag. Penyiraman tidak diperlukan, baik di pagi atau sore hari jika curah hujan pagi cukup tinggi. Jika genangan air terbentuk di dalam polybag akibat hujan lebat, lubang tambahan dapat dibuat dengan menusuk polybag menggunakan paku berdiameter 5 mm.

Tunas yang tumbuh di bawah sambungan harus dipotong menggunakan gunting stek atau pisau *cutter*, dan tempat potongan tersebut harus dilapisi dengan pestisida atau cat untuk menghindari infeksi patogen. Bunga yang muncul pada titik tumbuh selama periode pembenihan harus dibuang setelah daun muda muncul. Pengendalian gulma di dalam dan sekitar polybag harus dilakukan secara manual tanpa herbisida. Pemupukan dimulai empat minggu setelah proses *grafting*, dengan jenis dan dosis pupuk sesuai dengan yang tertera di Tabel 5.

Tabel 5 Jenis dan takaran pupuk benih hasil *grafting*

Umur (Bulan ke....*)	Urea (gr/phn)	Sp-36 (gr/phn)	KCL (gr/phn)
1	10	15	10
2	15	20	15
3	15	20	15

(*) setelah penyambungan

Sumber: Syakir *et al.* (2014)

c) Seleksi benih *grafting*

Tujuan dari proses seleksi adalah untuk mendapatkan benih *grafting* yang berkembang dengan baik dan memiliki sambungan yang sempurna. Seleksi ini dilakukan ketika benih mencapai usia 3 bulan pasca-penyambungan. Benih yang tidak memenuhi kriteria kualitas akan dipisahkan dan ditempatkan di lokasi yang berbeda. Beberapa karakteristik fisik yang membuat benih *grafting* tidak layak meliputi: (1) Pertumbuhan daun yang tidak normal, kerdil, dan kecil; (2) Daun yang tergulung dan tidak membuka seperti biasanya; (3) Benih yang kerdil dengan pertumbuhan vegetatif tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan; (4) Benih yang terinfeksi penyakit parah, ditandai dengan bercak jamur pada batang dan daun, seringkali putih seperti embun. Benih *grafting* dengan sambungan yang gagal, sehingga entresnya mati namun batang bawahnya masih sehat bisa disambung ulang dengan entres baru di lokasi terpisah. Sementara itu, benih yang menunjukkan karakteristik cacat di atas harus diangkat, disingkirkan dari bedengan, dan dimusnahkan.

Bab 4
Teknik Budi Daya

A. Penyiapan Lahan

1. Syarat Tumbuh

a) Iklim

Kemiri sunan dapat tumbuh optimal pada ketinggian hingga 1.000 meter di atas permukaan laut. Namun, untuk mencapai produksi biji yang maksimal dengan tingkat rendemen minyak yang tinggi, kemiri sunan dibudidayakan pada ketinggian 200–700 m dpl. Kemiri sunan dapat berkembang di daerah yang memiliki iklim agak kering hingga basah, dengan curah hujan antara 1.500–2.500 mm/tahun, suhu/temperatur udara berkisar 24–30°C, kelembapan udara antara 71–88% dan lama penyinaran >2000 jam/tahun. Kemiri sunan membutuhkan iklim dengan curah hujan sedang hingga tinggi, serta memiliki periode bulan kering selama 3–4 bulan (Kepmentan, 2015). Supriadi *et al*. (2009) menyatakan bahwa kemiri sunan dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik pada daerah yang memiliki curah hujan 2.681–4.172 mm/tahun, contohnya di Garut dan Majalengka.

b) Tanah

Hasil penelitian Supriadi *et al.* (2009) menyatakan bahwa kemiri sunan membutuhkan lapisan tanah yang agak dalam (>0,5 m), tekstur tanah lempung hingga lempung berpasir, kedalaman air tanah >1 meter, dan drainase yang baik. Tanaman ini dapat tumbuh dengan optimal pada berbagai jenis tanah podsolik, latosol, regosol, dan aluvial. Kemiri sunan akan berproduksi secara optimal pada pH tanah masam hingga netral dengan lapisan tanah yang cukup tebal dan drainase yang baik. Di Jawa Barat, kemiri sunan tumbuh dan berproduksi dengan baik pada tanah-tanah latosol, podsolik, dan andosol.

Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 330/KPTS/KB.020/10/2015, kelas kesesuaian lahan kemiri sunan terbagi menjadi 3 kelas kesesuaian, yaitu S1 (sangat sesuai), S2 (sesuai), dan S3 (kurang sesuai). Kriteria kesesuaian iklim dan lahan kemiri sunan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Kriteria kesesuaian iklim dan lahan tanaman kemiri sunan

Karakteristik	Kelas Kesesuaian		
	Sangat Sesuai (S1)	Sesuai (S2)	Kurang Sesuai (S3)
Ketinggian (m dpl)	1–350	350–750	>750–900
Curah hujan (mm/tahun)	1.000–1.500	1.500–2.500	2.500–4.000
Jumlah hari hujan	150–180	100–150	80–100
Bulan kering (<60 mm)	3–4	4–5	5–6
Tebal solum (m)	>1,5	1–1,5	<0,9
Tekstur tanah	lempung, lempung berpasir	pasir berlempung, lempung berdebu	liat berpasir, liat berdebu, liat
Kemasaman (pH)	5,6–5,9	5,6–7	<5,1
Kemiringan lahan (°)	<10	10–35	>35

Tabel 6 Kriteria kesesuaian iklim dan lahan tanaman kemiri sunan (lanjutan)

Karakteristik	Kelas Kesesuaian		
	Sangat Sesuai (S1)	Sesuai (S2)	Kurang Sesuai (S3)
Kedalaman permukaan air (m)	2 – 5	5 – 8	>8
Drainase	sangat baik	baik	sedang

Sumber: Kepmentan, 2015

2. Penyiapan Lahan Kemiri Sunan

Pembukaan lahan untuk kemiri sunan dapat dilakukan dengan metode mekanis tanpa membakar, sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 05/PERMENTAN/KB.410/1/2018 tentang pembukaan dan/atau pengolahan lahan perkebunan tanpa membakar, tahapannya meliputi:

1. Merencanakan penanaman berupa pengaturan tata letak tanaman, teknik pengolahan lahan, sistem pemupukan, serta persiapan infrastruktur penunjang seperti akses jalan dan saluran air untuk mendukung dan mempermudah transportasi baik dalam pengiriman bahan-bahan yang diperlukan untuk tanaman kemiri sunan, maupun dalam proses pengumpulan serta pengangkutan hasil buah kemiri sunan ke pabrik pengolahan.
2. Menebang dan memotong pohon merupakan langkah awal dalam pembukaan lahan, di mana dilakukan pembersihan semak dan pohon-pohon yang ada di area tersebut. Proses ini bertujuan untuk membuka jalur atau merintis lahan agar siap digunakan untuk penanaman, sekaligus memudahkan penataan lebih lanjut. Kegiatan ini dilakukan pada awal musim kemarau.

3. Memotong dan menimbun kayu dapat dilakukan dengan merujuk pada Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 74.1/Permentan/OT.140/11/2011 tentang Pedoman Budi Daya Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw). Berikut merupakan cara merencek dan merumpuk kayu pohon sesuai dengan jenis tanamannya:

   a. Lahan semak atau hutan

      Pohon dan semak dipotong dengan menggunakan parang/kampak/gergaji mesin (*chain saw*). Adapun tinggi penebangan pohon adalah: (a) diameter 10 cm, dipotong rata dengan permukaan tanah, (b) diameter 11–20 cm, dipotong dengan ketinggian maksimum 30 cm, (c) diameter 21–30 cm, dipotong dengan ketinggian maksimum 60 cm, (d) diameter 31–75 cm, dipotong dengan ketinggian maksimum 90 cm, (e) diameter 75–150 cm, dipotong dengan ketinggian maksimum 150 cm (Herman *et al*., 2013). Kayu-kayu hasil dari pemotongan yang masih bisa dimanfaatkan sebagai bahan bangunan dikumpulkan sedangkan hasil pemotongannya dikumpulkan di luar area.

   b. Lahan alang-alang dibabat dengan menggunakan parang atau traktor kemudian area lahan disemprot dengan herbisida. Area yang telah bersih dilakukan pengolahan tanah lanjutan.

4. Pembuatan rintisan dan membagi petak kebun adalah proses awal dalam pengaturan lahan pertanian. Rintisan lahan, dilakukan untuk menandai area yang akan dibuka, sedangkan pembagian petak kebun bertujuan untuk mengatur lahan dengan jelas sehingga memudahkan dalam penanaman, pemeliharaan, dan pengelolaan hasil. Melalui cara ini, penggunaan lahan menjadi lebih efisien dan terencana.

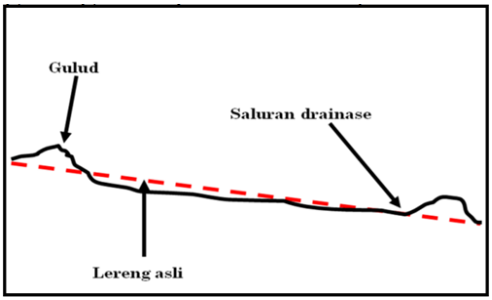
5. Pembuatan jalan dan parit merupakan langkah penting dalam penyiapan lahan. Pembuatan jalan bertujuan untuk memudahkan akses ke area kebun, sementara parit berfungsi untuk mengatur drainase, mencegah genangan air, dan menjaga kesuburan tanah. Dengan adanya jalan dan parit, pengelolaan kebun menjadi lebih efisien dan memungkinkan pergerakan alat serta transportasi hasil panen yang lebih lancar.
6. Pembuatan teras merupakan kegiatan yang dilakukan untuk membentuk area datar di lahan yang memiliki kemiringan. Pengelolaan lahan dibagi berdasarkan tingkat kemiringan lahan, pembagian ini bertujuan untuk pengelolaan konservasi tanah, air dan tingkat kesuburan lahan. Sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 74.1/Permentan/OT.140/11/2011 tentang Pedoman Budi Daya Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) lahan dengan kemiringan lebih dari 8% disarankan untuk dilakukan tindakan konservasi tanah dan air. Pembuatan teras, baik teras bangku maupun individu (tapak kuda) disarankan pada lahan dengan kemiringan >8% seperti pada Tabel 7.

Tabel 7 Klasifikasi kemiringan untuk pembuatan terasering

Kemiringan (%)	Keterangan
<8	Ditanam dengan jarak standar, guludan
9–15	Tapak kuda atau teras bangku, lebar teras 3 m
15–35	Tapak kuda atau teras bangku, lebar teras 4,5 m
>35	Sebaiknya bukan untuk kebun, tetapi sebagai lahan konservasi

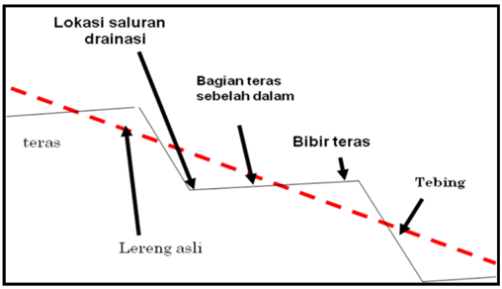
Keterangan:

- Tingkat kemiringan lahan harus diukur dengan benar
- Untuk pembuatan teras sebagai dasar perbedaan tinggi teras gunakan jalan blok, agar memudahkan operasional dari jalan ke teras dan sebaliknya serta mengurangi risiko erosi sebagai akibat genangan air permukaan di jalan.



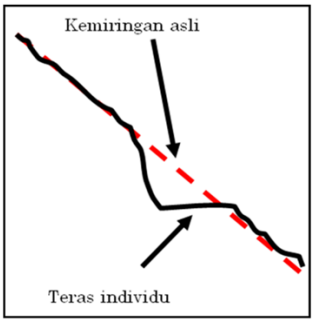
Gambar 9 Sketsa guludan pada lahan berlereng < 8%

(Sumber: Permentan RI Nomor 74.1/Permentan/OT.140/11/2011)



Gambar 10 Sketsa teras bangku

(Sumber: Permentan RI Nomor 74.1/Permentan/OT.140/11/2011)



Gambar 11 Sketsa teras individu (tapak kuda)

(Sumber: Permentan RI Nomor 74.1/Permentan/OT.140/11/2011)

7. Pembuatan pancang jalur tanam atau pancang kepala adalah proses penandaan lokasi untuk jalur tanam di kebun. Pancang ini berfungsi sebagai panduan dalam menanam benih secara teratur dan sejajar, sehingga memudahkan perawatan serta pemeliharaan tanaman. Selain itu, pancang ini juga membantu dalam pengaturan jarak tanam yang tepat, yang sangat penting untuk pertumbuhan optimal tanaman.
8. Membersihkan jalur tanam adalah proses penghilangan gulma, sampah, dan sisa-sisa tanaman di sepanjang jalur tanam untuk memastikan area tersebut bersih dan siap untuk penanaman. Kegiatan ini bertujuan untuk mengurangi kompetisi antara tanaman dan gulma, sehingga memungkinkan tanaman untuk tumbuh dengan baik. Selain itu, jalur yang bersih juga mempermudah akses dalam melakukan pemeliharaan dan panen.

3. Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah dilakukan untuk mempersiapkan lahan agar siap untuk penanaman. Pengolahan tanah dapat berupa pembajakan, penggemburan, dan penghalusan tanah untuk meningkatkan struktur dan kesuburan tanah. Pengolahan tanah pada lahan miring dilakukan dengan mengikuti garis kontur untuk memperbesar kapasitas penyerapan air sehingga menghindari erosi tanah pada saat musim hujan. Selain itu, pengolahan tanah juga mencakup penambahan pupuk dan bahan organik untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi tanah sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman dan memastikan ketersediaan nutrisi yang diperlukan selama masa pertumbuhan.

B. Penanaman

1. Pengajiran dan Pembuatan Lubang Tanam

Pengajiran dilakukan untuk menandai lokasi penanaman benih kemiri sunan serta untuk memastikan garis tanaman lurus sesuai dengan jarak tanam yang telah ditentukan. Meskipun jarak tanamnya tetap 7 m × 7 m, populasi tanaman per hektar dapat berbeda tergantung pada sistem tanam yang digunakan, seperti segitiga sama sisi atau persegi. Jumlah tanaman per hektar pada sistem tanam segitiga akan lebih banyak daripada pada sistem tanam persegi dengan jarak tanam yang sama.

Kemiri sunan membutuhkan jarak tanam lebih dari 7 meter untuk memastikan setiap tanaman mendapatkan cahaya matahari yang maksimal. Berdasarkan sistem tanam, jumlah tanaman per hektar dapat ditentukan. Misalnya, pada jarak tanam 8 m × 8 m × 8 m dengan pola segitiga sama sisi, maka populasi per hektar sejumlah 177 pohon, sedangkan dengan pola tanam persegi maka jumlah populasi sejumlah 156 pohon per hektar. Setelah menetapkan jarak dan kerapatan tanam, langkah selanjutnya adalah melakukan pengajiran. Pengajiran dilakukan untuk menandai posisi lubang tanam dengan jarak tertentu dari tiang penanda.

Barisan ajir disusun dari utara ke selatan dan harus tegak lurus dengan jalan sekunder. Hal ini dilakukan dengan jarak tanam 8 m × 8 m dalam pola segitiga sama sisi, jarak antar barisan adalah 6,9 m dan posisi ajir harus lurus jika dilihat dari lima sudut pandang. Pembuatan lubang tanam sebaiknya dilakukan 3–4 minggu sebelum penanaman, dengan ukuran lubang atas 0,60 m × 0,60 m, lubang bawah 0,40 m × 0,40 m, dan kedalaman 0,60 m. Area di sekeliling lubang tanam harus dibersihkan dari kayu atau tanaman pengganggu. Saat menggali, tanah lapisan

atas (*top soil*) yang memiliki kedalaman 0–30 cm harus dipisahkan dari tanah lapisan bawah (*subsoil*), dengan meletakkan tanah atas di sisi kiri lubang dan tanah bawah di sisi kanan. Sebelum menanam benih kemiri sunan, lubang tanam harus diisi terlebih dahulu dengan 2 kg pupuk organik dan 500 g pupuk SP 36 per lubang, kemudian ditutup kembali dengan *top soil*.

2. Penanaman

Penanaman dilaksanakan ketika kondisi tanah lembap untuk mendukung pertumbuhan akar yang baik. Idealnya, penanaman dilakukan pada permulaan musim hujan, yaitu antara Oktober hingga Desember. Saat menanam, dasar polybag dipotong dan bagian tengah polybag dipotong secara vertikal, lalu plastik polybag ditarik secara perlahan sampai benih terbebas dari polybag dan berada dalam lubang tanam. Benih diletakkan pada posisi yang tepat.

Setelah benih ditanam, leher akar harus sejajar dengan permukaan tanah. Tanah yang diambil sebelumnya diisikan kembali ke dalam lubang tanam dengan lapisan *top soil* terlebih dahulu, diikuti dengan lapisan tanah bawah. Setelah penanaman, tanah di sekitar batang dipadatkan dan dirapikan. Polybag yang telah dikeluarkan diletakkan di atas pancang sebagai bagian dari tindakan pengawasan.

Konsolidasi dilakukan setelah 3–4 hari untuk memperbaiki penanaman yang kurang optimal. Tanaman yang miring dikoreksi dan tanah di sekitarnya dipadatkan untuk memastikan tanaman berdiri tegak. Jika penanaman terlalu dalam, tanah di sekitar tanaman akan digali kembali agar leher akar setara dengan permukaan tanah. Jika ada tanah yang terkikis di sekitar batang, tanah tersebut akan ditimbun kembali dan dipadatkan.

C. Pemupukan

Meskipun tanaman kemiri sunan dapat tumbuh pada tanah yang marginal, bukan berarti tidak memerlukan pemupukan. Untuk mendapatkan produksi biji yang lebih banyak, tanaman kemiri sunan perlu dipupuk secara rutin. Pemupukan kemiri sunan disesuaikan dengan umur tanaman. Jenis pupuk yang diberikan dapat berupa pupuk kandang (organik) atau pupuk kimia (anorganik).

1. Pentingnya Unsur Hara bagi Tanaman

Kemiri sunan menyerap unsur hara dari dalam tanah untuk proses-proses pertumbuhan seperti proses fisiologi dan pembentukan struktur tanaman. Kandungan unsur hara dalam tanah tergantung dari batuan induk serta mineral-mineral yang terdapat di dalamnya. Mineral yang terdapat di dalam tanah berbeda-beda pada setiap wilayah. Perbedaan ini sangat dipengaruhi oleh bahan induk pembentuknya serta proses-proses kimia dan biokimia yang terjadi dalam tanah.

Unsur organik tanah terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang melapuk, sebagian berkembang menjadi unsur yang relatif stabil dari sistem tanah, berupa koloid tanah atau humus. Bahan organik tanah yang belum hancur dan menutupi tanah merupakan pelindung tanah terhadap faktor-faktor perusak butiran tanah, terutama dari hujan yang jatuh pada permukaan. Pelapukan bahan organik pada tanah terdapat proses mineralisasi dan humifikasi dengan bantuan mikroorganisme, yakni mula-mula senyawa yang sederhana mengalami perombakan, kemudian menyusul senyawa lain yang lebih kompleks. Dari proses mineralisasi dan humifikasi tersebut dihasilkan unsur-unsur hara yang dapat diserap tanaman serta koloid dan humus yang dapat memperbaiki struktur tanah. Mineralisasi dan humifikasi

bahan organik merupakan proses kimia yang terjadi dengan aktivitas enzim dari mikroorganisme tanah seperti bakteri, *actinomycetes*, *fungi*, dan sebagainya.

2. Kebutuhan, Dosis, dan Waktu Pemupukan Tanaman

Pemberian pupuk kandang dapat dilakukan sekali setahun, dosis pada tanaman muda cukup 5 kg/pohon. Sedangkan untuk tanaman yang sudah berproduksi dapat diberikan pupuk kandang sebanyak 10–30 kg/pohon. Tabel 8 disajikan jenis dan takaran pupuk kemiri sunan pada berbagai kisaran umur tanaman.

Tabel 8 Dosis anjuran pemupukan tanaman kemiri sunan

Umur (Tahun)	Dosis per pohon (g)			Dolomit
	Urea	SP 36	KCl	
< 1	135	50	120	100
1	270	100	250	150
2	400	150	350	200
3	550	200	450	250
4	700	300	600	300
5	1.000	400	850	500
> 6	1.250	500	1.100	600

Sumber: Permentan Nomor 74.1 Tahun 2011 tentang Pedoman Budi Daya Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw)

3. Cara Pemupukan yang Tepat

Pemberian pupuk kandang dilakukan di sekeliling piringan tanaman sedikit di luar tajuk daun dengan cara mencangkul dan membenamkan pupuk kandang sedalam 20 cm di bawah permukaan tanah. Jika pupuk yang diberikan jenis pupuk anorganik, maka dosis untuk masing-

masing pupuk disesuaikan dengan umur tanaman. Pupuk anorganik ini sebaiknya diberikan dua kali dalam setahun, yaitu awal dan akhir musim hujan. Cara pemupukan dapat dilakukan dengan menggali tanah di sekeliling batang tanaman tepat di bawah proyeksi tajuk daun yang terluar. Pupuk ditaburkan secara merata dalam lubang galian tanah tersebut, kemudian ditimbun dengan tanah kembali.

D. Penyiraman Tanaman

1. Kebutuhan Air Tanaman Kemiri Sunan

Tanaman kemiri sunan yang masih muda umur 1 tahun sangat sensitif terhadap kekeringan, sehingga diperlukan penyiraman apabila keadaan betul-betul kering. Penyiraman sangat penting setelah pemupukan apabila curah hujan kurang.

2. Pengembangan Teknik Penyiraman yang Baik

Teknik penyiraman yang digunakan petani baik tanaman semusim maupun tanaman tahunan terdiri dari 4 teknik penyiraman, yaitu penyiraman rendam, penyiraman semprot, penyiraman *sprinkler,* dan penyiraman tetes. Teknik tersebut tentu harus mempertimbangkan beberapa hal seperti sumber air, umur tanaman, dan biaya. Berdasarkan umur tanamannya, pada tanaman kemiri sunan, fase tanaman belum menghasilkan (TBM) lebih efektif menggunakan penyiraman *sprinkler* (*sprinkler gun*).

E. Pemeliharaan

1. Pengendalian Gulma

Pengendalian gulma merupakan salah satu kegiatan pemeliharaan yang cukup penting. Gulma apabila tidak dikendalikan merupakan saingan bagi tanaman kemiri sunan, baik hara, air, maupun udara. Beberapa jenis gulma yang biasa berkembang di area terbuka antara lain adalah alang-alang (*Imperata cylindrica*), rumput teki (*Cyperus rotundus*), babadotan (*Ageratum conyzoides*), dan beberapa jenis gulma lainnya. Pengendalian gulma ini diprioritaskan dilakukan secara mekanik melalui penyiangan, jika perkembangan gulma tidak dapat diatasi secara mekanik, maka pilihan terakhir dilakukan secara kimiawi dengan menggunakan herbisida. Jenis herbisida yang dipakai dari kelompok herbisida yang sudah mendapat rekomendasi oleh Komisi Pestisida atau institusi yang berwenang. Pengendalian gulma dengan menggunakan herbisida diupayakan seminimal mungkin selama masih dapat dikendalikan secara mekanis.

Ada dua tahap kegiatan dalam pengendalian gulma, yaitu bobokor sekitar batang dan penyiangan keseluruhan area. Bobokor dilakukan di sekitar pangkal pohon atau diameter 80–100 cm di sekeliling batang dan dilakukan setiap 4 bulan sekali atau tergantung dari keadaan gulma yang ada di sekitar tanaman. Pembuatan piringan di sekeliling pangkal batang dengan jarak disesuaikan dengan proyeksi daun terluar. Penyiangan pada keseluruhan area terutama penyiangan semak dilakukan 4 bulan sekali atau tergantung dari pertumbuhan gulma. Hal ini untuk menjaga agar tinggi gulma tidak melebihi tanaman kemiri sunan. Apabila lahan dimanfaatkan dengan tanaman sela semusim, maka penyiangan mengikuti pola tanaman semusim..

2. Pembuangan Tunas

Pembuangan tunas air bertujuan untuk memperoleh bentuk tajuk yang baik, seimbang, dan meningkatkan produksi. Semua tunas air yang tumbuh pada batang di bawah bekas sambungan dipotong menggunakan gunting stek atau *cutter*. Pembuangan tunas air diusahakan sampai habis sehingga permukaan potongan rata dengan permukaan batang. Bekas potongan sebaiknya diolesi atau disemprot dengan fungisida untuk mencegah infeksi oleh jamur patogen. Apabila percabangan saling tumpang tindih sebaiknya dilakukan penjarangan secara bertahap sesuai perkembangan cabang utama.

Bab 5
Hama dan Penyakit serta Pengendaliannya

A. Hama Tanaman

Terdapat beberapa jenis hama dan penyakit yang dilaporkan menyerang tanaman kemiri sunan, terutama pada tanaman masih fase benih. Jenis-jenis hama yang menyerang tanaman kemiri sunan di antaranya adalah belalang (*Valanga nigricornis*), ulat api (*Orgyia postica* Wilk), ulat kantong (*Mahasena corbetti*), penggerek batang, tungau, siput, dan kumbang penggerek buah (Herman *et al.*, 2013; Syakir *et al.*, 2015; Khaerati *et al.*, 2019).

Valanga nigricornis atau yang sering disebut dengan belalang jawa atau belalang kayu. Belalang betina memiliki ukuran tubuh lebih besar daripada jantan, dengan panjang 56–71 mm sedangkan panjang jantan berkisar antara 43–56 mm. Siklus hidup *V. nigricornis* masuk dalam kategori metamorfosis tidak sempurna, yang dikenal sebagai metamorfosis sederhana atau *paurometabola*, terdiri dari tiga stadia, yaitu telur, nimfa, dan imago. Perbedaan antara stadia nimfa dan imago dapat dilihat dari bentuk, ukuran sayap, dan bentuk tubuhnya (Khaerati *et al.*, 2019; Permentan, 2014). Tubuh imago berwarna abu-abu atau cokelat kehijauan dengan beberapa bercak-bercak terang pada femur belakang, tibia belakang berwarna kemerahan atau ungu, sedang permukaan sayap bawah berwarna merah pada pangkalnya (Pracaya, 2005; Permentan, 2014). Telur *V. nigricornis* ditempatkan

dalam tanah dengan 2–3 kelompok, biasanya pada kedalaman 5–8 cm, yang dilapisi dengan massa busa yang mengeras. Nimfa muda memiliki warna kuning kehijauan dengan bercak hitam; memakan daun yang sedang tumbuh dan dapat mencapai puncak pohon dalam 2 hari. Kemudian, nimfa-nimfa tersebut memiliki warna dan pola beragam, sebagian besar berwarna abu-abu dan kuning, sering kali berwarna gelap hingga hitam kecokelatan. Telur yang dipelihara di laboratorium dalam tanah lembap biasanya menetas setelah 5–7,5 bulan. Perkembangan dari nimfa yang baru menetas hingga menjadi imago bersayap membutuhkan sekitar 80 hari di lapangan (Permentan, 2014).

Klassifikasi *V. nigrcornis* termasuk ke dalam:

Ordo : Orthoptera

Subordo : Caelifera

Famili : Acrididae

Subfamili : Cyrtacanthacridinae

Genus : *Valanga*

V. nigricornis merupakan serangga pemakan daun dengan alat mulut menggigit mengunyah dan bersifat *polyfag* yang dapat menyerang banyak jenis tanaman seperti sawit, kelapa, kopi, kakao, jagung, pisang, padi, kapas, tebu, mangga, singkong, tembakau dan lain-lain (Pracaya, 2005; Zulfahmi, 2013). Gejala serangan belalang pada daun kemiri sunan berupa daun tampak berlubang. Apabila terjadi serangan belalang pada fase tanaman masih benih maka dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman karena dapat mengganggu proses fotosintetis. Menurut Khaerati *et al*. (2019), tingkat kerusakan yang dapat ditimbulkan belalang pada benih kemiri sunan dari ringan (1–2 daun) hingga berat Nimba (*Azadirachta indica*) (semua daun).

Pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan aplikasi pestisida nabati ekstrak daun dan biji Mimba (*Azadirachta indica*). Pengendalian dapat juga dilakukan dengan memanfaatkan musuh alami, yaitu jamur *Metarrhizium anisopliae*. Penyemprotan dilakukan pada pagi dan sore hari agar spora dapat efektif menginfeksi tubuh belalang (Permentan, 2014).

Orgyia postica Wilk. atau dikenal dengan nama ulat *tussock*. Siklus hidup *O. postica* termasuk ke dalam metamorfosis sempurna, yaitu terdiri dari stadia telur, larva, pupa dan imago. Stadia telur *Orgyia* sp. diletakkan secara berkelompok pada batang pohon (Khaerati *et al*, 2019). Ciri khas stadia larva berupa rambut duri atau rambut-rambut sikat (Borror *et al.,* 1992). Kepala larva berwarna merah, dan badan ulat tampak berduri. Warna larva kuning-kehijauan ada bercak jingga dengan empat jambul berwarna kuning di bagian punggung (Khaerati *et al*, 2019). Pupa terdapat di dalam kepompong yang terbuat dari bulu-bulu yang dianyam. Pada stadia imago, terdapat perbedaan morfologi antara imago betina dan jantan. Ngengat betina tidak bersayap dan berjalan tidak jauh setelah keluar dari kepompong. Sedangkan ngengat jantan bersayap dan terbang jauh karena tertarik dengan hormon feromon betina. Setelah kopulasi imago betina bertelur dalam kepompong dan mati. Lama siklus hidup dari telur sampai imago lebih kurang satu bulan (Khaerati *et al*, 2019).

Klassifikasi *O. postica* Wilk, termasuk ke dalam:

Ordo : Lepidoptera
Superfamili : Noctuoidea
Famili : Erebidae
Subfamili : Lymantriinae
Genus : Orgyia

O. postica menjadi hama pada stadia larva atau ulat karena sifatnya yang memakan daun tanaman dan bersifat *polyfag* yang dapat menyerang berbagai tanaman seperti kemiri, teh, kopi, kakao, mangga, jarak, karet, pinus, dan *eucalyptus* (Kalshoven, 1981; Pracaya, 2007; CABI, 2022). Ulat ini menyerang daun tanaman, terutama daun muda dan dapat memakan daun sampai habis, sehingga dapat menyebabkan kerusakan yang cukup tinggi. Selain menyerang daun muda, ulat ini juga dapat menyerang daun tua dengan gejala serangan dimulai dari pinggir daun hingga menyisakan tulang daun. Hal ini dapat menyebabkan tanaman menjadi kerdil atau bahkan mengalami kematian (Khaerati *et al.*, 2019; CABI, 2022). Pengendalian dapat dilakukan dengan menggunakan insektisida sesuai dosis anjuran.

Mahasena corbetti atau dikenal dengan nama populer ulat kantung. Siklus hidup *M. corbetti* termasuk ke dalam metamorfosis sempurna, yaitu terdiri dari stadia telur, larva, pupa, dan imago. Famili *Psychidae* disebut sebagai ulat kantong karena pada stadia larva selalu berada dalam suatu kantong dengan ukuran dan bentuk yang bermacam-macam. Kantong yang dibuat oleh larva ini berbentuk kerucut yang terbuat dari serpihan daun dan kantongnya akan semakin membesar sesuai dengan ukuran larva (Setyawan, 2017; Khaerati *et al.,* 2019). Pada stadia larva, kelompok hama ini hanya akan menggerakkan kepala dan toraksnya saja yang terbuat dari kitin ketika sedang makan (Kalshoven, 1981). Lama stadia larva 4 bulan, sedangkan stadia pupa 1 bulan. Pupa serangga ini berada di dalam kantung. Imago jantan akan berkembang menjadi ngengat bersayap, sedangkan imago betina tidak memiliki sayap dengan bentuk tubuh sama dengan stadia larva dan tetap berada di dalam kantung. Imago betina dapat menghasilkan telur sampai dengan 3.000 telur. Imago betina bertelur di dalam kantung dan menetas di dalam kantung. Larva muda dapat mengeluarkan benang sutra untuk menggantung dan berpindah

lokasi sampai menetap dan membuat kantung sendiri (Pracaya, 2007). Ulat kantung biasanya menggantung di bawah permukaan daun. Larva hama ini berukuran 4–7 cm, diselimuti oleh material-material kering atau daun yang berasal dari bagian tanaman sekitarnya.

Klasifikasi *M. corbetti*

Ordo : Lepidoptera

Family : Psychidae

Genus : M*ahassena*

Stadia larva merupakan fase yang merusak dan bersifat polifag, yaitu dapat memakan berbagai jenis tanaman seperti kelapa sawit, kelapa, kemiri, sengon, pisang, pinang, dan enau (Pracaya, 2007; Khaerati *et al.,* 2019; Setyawan, 2017). Gejala serangan pada daun benih kemiri sunan berupa lubang-lubang pada daun. Serangan berat akan mengakibatkan daun penuh dengan lubang, dan pada daun tersebut banyak ulat kantung menempel (Khaerati, 2019). Pengendalian dapat dilakukan secara biologis, mekanis, dan kimiawi. Pengendalian secara biologis menggunakan musuh alami seperti parasitoid *Trichogramma* sp., *Xanthopimpla* sp., *Pediobius* sp., lalat tachinid, dan predator *Sycanus* sp. atau dengan penggunaan *Bacillus thuringiensis* (Bt) sebagai insektisida biologi. Pengendalian secara kimiawi dapat dilakukan dengan menggunakan insektisida yang bersifat sistemik (Ditjenbun, 2021).

Hama lainnya yang juga dilaporkan menyerang tanaman kemiri sunan di antaranya adalah tungau (*Tetranichidae*) dengan gejala serangan yang ditimbulkan dapat dilihat pada permukaan bawah daun berupa bintik-bintik berwarna merah kecokelatan atau bintik-bintik putih yang dapat menyebabkan daun menjadi mengkerut/keriting. Selain tungau, keong menyerang tanaman kemiri sunan dengan memakan jaringan

epidermis permukaan bawah daun. Gejala serangan yang disebabkan keong terlihat adanya luka berwarna merah kecokelatan dan biasanya menyerang tanaman kemiri sunan yang masih muda. Tanaman kemiri sunan yang masih muda atau masih fase perbenihan juga rentan terserang hama penggerek daun dengan gejala serangan berupa terhambatnya pertumbuhan daun dan daun menjadi melengkung atau berlubang (Kepmentan, 2015).

B. Penyakit pada Tanaman Kemiri Sunan

Jenis-jenis penyakit tanaman yang dilaporkan menyerang tanaman kemiri sunan di antaranya adalah penyakit hawar daun, jamur akar putih, penyakit akar cokelat, antraknosa, embun tepung, dan penyakit gugur buah (Herman *et al.,* 2013; Kepmetan, 2015, Syakir *et al.,* 2015). Pada umumnya penyakit tanaman yang menyerang tanaman kemiri sunan merupakan serangan sekunder akibat luka pada batang atau daun (Kepmentan, 2015). Pengendalian untuk penyakit yang disebabkan oleh jamur pada akar dapat dilakukan tindakan preventif, yaitu dengan mencegah infeksi akar yang terbuka (Herman *et al.,* 2013). Menurut Syakir *et al*. (2015), pengendalian penyakit tanaman pada tanaman kemiri sunan dapat dilakukan dengan mengikuti cara-cara pengendalian penyakit pada tanaman tahunan seperti menghindari pelukaan akar sewaktu penggemburan tanah di sekitar piringan dan dengan aplikasi pestisida sesuai dengan dosis anjuran.

Bab 6
Panen dan Pascapanen

A. Panen

Panen adalah proses budi daya tanaman bagian hulu yang dilakukan dengan cara mengumpulkan dan memperoleh buah hasil panen yang kemudian diolah dan didistribusikan langsung kepada industri, pedagang atau langsung ke konsumen (Lestari, 2017). Sebelum dilakukan pemanenan, terdapat proses prapanen, yaitu persiapan sebelum melakukan proses pemanenan. Proses ini memerlukan pertimbangan umur tanaman dan cara yang tepat untuk panen. Oleh karena itu, setiap proses tersebut mempunyai alur yang sangat penting untuk menjaga dan meningkatkan kualitas hasil tanaman saat ini dan masa depan.

Kemiri sunan dapat ditanam dalam satu hektar dengan populasi antara 100–150 pohon, disesuaikan dengan pengelolaan dan agroekosistem lokasi penanaman. Tanaman ini mulai berbunga pada umur 3–4 tahun setelah tanam dan panen pertama dapat dilakukan setelah berumur 4–5 tahun. Rerata produksi biji kering kemiri sunan pada umur 8 tahun dapat mencapai 15 ton/ha, setara dengan produksi biodiesel sebesar 6 kiloliter/ha (Puslitbangbun, 2013).

Penanganan panen dan pengelolaan hasil panen kemiri sunan akan sangat menentukan mutu minyak nabati yang dihasilkan. Buah yang terlalu matang memiliki rendemen minyak lebih tinggi, namun kandungan asam lemak bebas (ALB) juga meningkat. Minyak kemiri

sunan dengan kadar ALB tinggi membutuhkan biaya produksi lebih tinggi, pengolahan lebih lama, dan menurunkan rendemen biodiesel (Syakir *et al.,* 2015).

Buah kemiri sunan yang telah matang fisiologis secara alami akan jatuh dengan sendirinya. Buah dipanen ketika kurang lebih 6 bulan setelah pembungaan atau memiliki warna buah hijau kecokelatan, kulit buah lunak, dan kulit biji berwarna cokelat (Herman *et al.,* 2013). Pemanenan kemiri sunan dilakukan dengan mengambil buah yang jatuh ke tanah sehingga dalam segi biaya lebih efisien. Buah kemiri sunan yang dipanen dimasukkan ke dalam karung, kemudian dibawa ke tempat penimbunan untuk diolah menjadi biodiesel (Pranowo *et al.*, 2015)

Gambar 12 Buah kemiri sunan yang telah matang fisiologis

(Sumber: BPSI TRI, 2024)

Gambar 13 Proses pengambilan buah kemiri sunan yang telah jatuh ke tanah

(Sumber: BPSI TRI, 2024)

B. Pascapanen (Pengolahan Buah Segar Menjadi Biji Kering)

1. Pengupasan Kulit Buah

Buah hasil panen dikeringanginkan di tempat penyimpanan hingga sabutnya retak-retak. Hal ini dilakukan untuk memperoleh tingkat kematangan buah yang seragam. Setelah seluruh buah hasil panen telah matang, selanjutnya dilakukan pengupasan kulit buah.

Gambar 14 Buah kemiri sunan hasil panen
(Sumber: BPSI TRI, 2024)

Pengupasan kulit buah dilakukan secara manual untuk memisahkan kulit buah dari biji. Biji kemiri sunan dikeringkan hingga mencapai kadar air < 10%, dengan waktu pengeringan selama 3 hari. Pengeringan

biji dilakukan dengan metode pengeringan sinar matahari langsung, kering angin, atau menggunakan kipas dengan udara yang dipanaskan (metode *hybrid*). Biji kemiri sunan yang sudah kering dikemas menggunakan karung goni dan disimpan dalam gudang.

Gambar 15 Biji kemiri sunan yang sudah dikupas kulit buahnya
(Sumber: BPSI TRI, 2024)

2. Pengupasan Tempurung

Biji kemiri sunan dilapisi oleh tempurung yang relatif lebih lunak sehingga mudah dikupas dengan cara manual, bahkan dengan tangan sekalipun. Tempurung harus dibuka dan dipisahkan dari daging buah (kernel) untuk memudahkan ekstraksi minyak. Pengupasan tempurung dapat dilakukan secara manual maupun menggunakan mesin *decorticator*, tergantung jumlah biji yang akan dikupas.

Gambar 16 Mesin decorticator untuk mengupas tempurung kemiri sunan

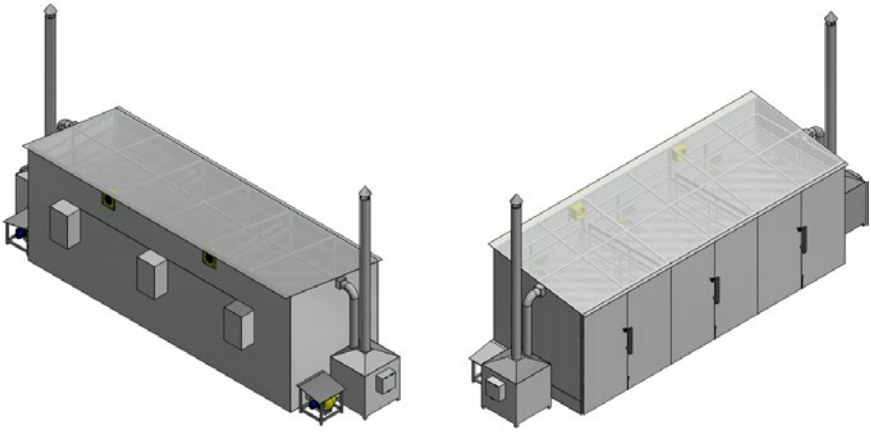
(Sumber: BPSI TRI, 2024)

3. Pengeringan Kernel

Kernel yang sudah terpisah dari tempurung kemudian dikeringkan hingga kadar air di bawah 7% selama 1 hari. Pengeringan kernel kemiri sunan dapat dilakukan dengan metode pengeringan alami, pengeringan buatan, dan pengeringan gabungan. Pengeringan alami merupakan metode penurunan kadar air menggunakan sinar matahari. Selain menggunakan sinar matahari, metode pengeringan ini juga dibantu dengan angin atau kombinasi keduanya. Metode pengeringan ini biasanya memerlukan waktu lama karena bergantung kepada cuaca.

Pengeringan buatan merupakan metode penurunan kadar air dengan memanfaatkan bahan bakar sebagai sumber panas, baik bahan bakar cair, padat, maupun listrik. Ada beberapa tipe pengeringan buatan berdasarkan sistemnya, yaitu kondensasi, konvensional, dan vakum. Alat yang dapat digunakan untuk proses pengeringan buatan antara lain oven, *tray dryer,* dan lain-lain. Pengeringan gabungan merupakan metode pengeringan menggunakan sinar matahari dipadukan dengan penggunaan bahan bakar. Contoh metode pengeringan gabungan ini yaitu rumah pengering *hybrid*. Alat ini memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber panas dipadukan dengan *blower* yang dapat dialiri udara panas dari tungku pembakaran. Bagian dalam rumah pengering juga dilengkapi dengan kipas untuk meratakan sirkulasi udara dan *exhaust* untuk membuang kelembapan udara berlebih keluar dari alat.

Gambar 17 Kernel kemiri sunan yang sudah dikeringkan
(Sumber: BPSI TRI, 2024)



Gambar 18 Rumah pengering *hybrid*
(Sumber: BPSI TRI, 2024)

Bab 7
Pengolahan Kemiri Sunan

A. Ekstraksi Minyak Kemiri Sunan

Kernel kemiri sunan yang telah kering, kemudian diekstraksi untuk memperoleh minyak kasar kemiri sunan (MKKS). Kernel kemiri sunan sebaiknya segera diekstrak karena penyimpanan yang terlalu lama dapat menurunkan rendemen dan kualitas minyak kasar yang ditandai dengan meningkatnya nilai asam lemak bebas (ALB).

Pengepresan atau ekstraksi bertujuan untuk mengeluarkan minyak dari kernel kemiri sunan. Ada beberapa metode ekstraksi, yaitu metode pengepresan hidrolik manual, metode pengepresan hidrolik elektrik, metode pengepresan berulir, dan metode pelarutan. Metode pengepresan hidrolik manual, yaitu pengepresan menggunakan tekanan sekitar 140,6 kg/cm^2. Besarnya tekanan akan memengaruhi jumlah minyak yang dihasilkan. Keuntungan metode ini, yaitu lebih ekonomis, mudah dioperasikan, dan mudah dalam perawatan alat.

Gambar 19 Ekstraksi MKKS menggunakan alat press hidrolik manual
(Sumber: BPSI TRI, 2024)

Metode pengepresan hidrolik elektrik memiliki cara kerja yang sama dengan pengepresan hidrolik manual. Perbedaannya adalah hidrolik elektronik dilengkapi dengan peralatan elektronik sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan hidroliknya. Alat pengepres hidrolik elektronik juga dilengkapi dengan pemanas (*heater*).

Metode pengepresan berulir (*screw press*) merupakan metode ekstraksi yang lebih maju dan telah diterapkan pada industri pengolahan minyak. Cara ekstraksi ini paling sesuai untuk memisahkan minyak dari bahan yang kadar minyaknya di atas 10%. Prinsipnya adalah bahan mendapat tekanan dari ulir yang berputar dan dengan sendirinya terdorong keluar. Minyak keluar melalui celah di antara ulir dan penutup yang dapat berupa pipa atau lempengan besi berongga dan mempunyai celah dengan ukuran tertentu, sedangkan ampasnya

keluar dari tempat yang lain. Tipe alat ini dapat berupa pengepres berulir tunggal (*single screw press*) dan pengepres berulir ganda (*twin screw press*).

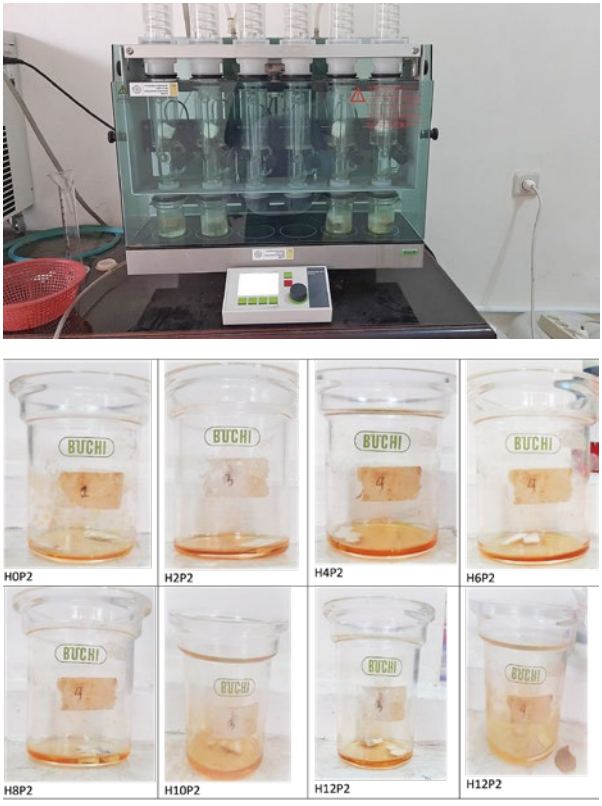
Metode pengepresan berulir memiliki beberapa kelebihan, yaitu:

1. Kapasitas produksi lebih besar karena proses pengepresan dapat dilakukan secara kontinu.
2. Menghemat waktu proses produksi karena tidak memerlukan proses pengecilan ukuran dan pemanasan kernel.
3. Rendemen yang dihasilkan lebih tinggi (tergantung dari bentuk, sifat biji, dan varietas).

Gambar 20 Mesin *single screw press* untuk ekstraksi MKKS
(Sumber: BPSI TRI, 2024)

Metode ekstraksi dengan pelarut adalah pemisahan antar bagian dari suatu bahan berdasarkan pada perbedaan sifat melarut dari masing-masing bahan terhadap pelarut yang digunakan. Bahan yang akan diekstrak, dicampur bahan pelarut dalam jumlah tertentu hingga tercapai suatu keseimbangan. Minyak yang bersifat nonpolar

dilarutkan atau dibilas menggunakan pelarut yang bersifat nonpolar sehingga minyak akan ikut keluar bersama dengan pelarut. Kemudian pelarut dan minyak dipisahkan berdasarkan perbedaan titik didih larutan. Keuntungan teknik ekstraksi minyak nabati menggunakan pelarut adalah rendemen minyak yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan metode lain, namun biaya operasionalnya lebih mahal dan membutuhkan ketelitian yang tinggi.



Gambar 21 Metode ekstraksi MKKS dengan pelarut

(Sumber: BPSI TRI, 2024)

Teknik ekstraksi sangat berpengaruh terhadap rendemen dan kualitas minyak yang dihasilkan. Pada tabel 9 digambarkan bahwa hasil pengepresan kernel kemiri sunan yang berupa bungkil sebenarnya masih mengandung minyak cukup tinggi, yaitu sebesar 12,9%.

Tabel 9 Perbandingan teknik ekstraksi terhadap rendemen pada beberapa sumber minyak nabati

Sumber	Kandungan Minyak Pada Hasil Teknik Ekstraksi		Total (%)
	Pengepresan (%)	Pelarut Hexan* (%)	
Jarak pagar	29,2	19,9	49,1
Jarak kepyar	23,8	11,1	34,9
Kemiri sunan	49,1	12,9	62

Keterangan: * = menggunakan bungkil sisa pengepresan (Martin et al., 2010)

Bila biji kemiri sunan langsung dipres, maka akan diperoleh minyak kasar sekitar 30% dengan warna cokelat kehitaman dan bungkil 70% dengan warna cokelat keputihan. Namun bila kulit biji kemiri sunan dikupas dan dikeringkan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengepresan, maka kualitas dan rendemen minyak kasar yang dihasilkan akan lebih baik. Caranya kulit biji dikupas terlebih dahulu, kemudian kernel dikeringkan hingga kadar air < 7%. Biji kemiri sunan dikupas terlebih dahulu, lalu kernel dikeringkan hingga kadar air kurang dari 7%. Setelah itu, dilakukan pengepresan untuk menghasilkan minyak kasar berwarna kuning jernih sebesar 53% dan bungkil berwarna putih sebesar 47% (Herman dan Pranowo, 2009). Rendemen minyak kasar sebesar 53% yang berwarna kuning jernih dan 47% bungkil yang berwarna putih (Herman dan Pranowo, 2009).

Gambar 22 Minyak kasar kemiri sunan dari 4 varietas

(Sumber: BPSI TRI, 2024)

Selanjutnya dilakukan penjernihan minyak kasar hasil ekstraksi. Penjernihan minyak kasar bertujuan untuk menghilangkan bau dan pengotor sehingga minyak dapat disimpan lebih lama. Selain itu, pengotor pada minyak harus dihilangkan karena dapat menurunkan kualitas biodiesel sehingga memengaruhi kinerja mesin yang menggunakan biodiesel tersebut.

Proses penjernihan dapat dilakukan dengan metode adsorpsi, pengendapan, atau penyaringan. Proses penjernihan dengan metode adsorbsi kurang efisien karena memerlukan waktu lama untuk pengotor dapat terserap ke bahan *adsorbent*. Metode pengendapan biasanya membutuhkan waktu 2–3 hari. Metode penyaringan hanya memerlukan waktu 1 hari sehingga minyak hasil saring dapat langsung digunakan. Metode penyaringan menggunakan alat penyaring tipe putar. Keunggulan penyaring minyak tipe putar, yaitu mudah dipindahkan (*portable*), dan dioperasikan, lebih hemat energi karena menggunakan alat dengan daya rendah, saringan mudah diganti, ukuran saringan dapat diatur sesuai kebutuhan, dan kapasitas yang lebih besar dibanding penyaringan tipe manual.

B. Proses Pembuatan Biodiesel Kemiri Sunan

Pembuatan biodiesel dari minyak nabati secara umum dilakukan melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi. Melalui kedua proses tersebut akan dihasilkan metil ester (biodiesel) dengan hasil samping berupa gliserol. Kementerian Pertanian telah melakukan serangkaian penelitian dan pengembangan proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati, tanpa melalui proses esterifikasi sebagaimana yang dilakukan pada umumnya. Proses pembuatan biodiesel dilakukan melalui dua tahap, yaitu penurunan asam lemak bebas, dan proses transesterifikasi dua tahap. Kedua proses ini telah didaftarkan sebagai hak paten Nomor IDP00045318 dan Nomor IDP00051368. Proses pembuatan biodiesel menggunakan teknologi tersebut diuraikan secara singkat sebagai berikut:

1. Penurunan Kadar Asam Lemak

Setiap minyak yang berasal dari tanaman (minyak nabati) pasti memiliki kandungan asam lemak bebas, termasuk minyak kasar kemiri sunan. Asam lemak bebas adalah asam lemak yang tidak terikat sebagai trigliserida. Kandungan asam lemak bebas yang tinggi dapat menghambat proses pembuatan biodiesel sehingga harus diturunkan terlebih dahulu.

Sebelum diolah menjadi biodiesel, minyak kasar kemiri sunan dilakukan pengujian asam lemak bebas. Pengujian dapat dilakukan di laboratorium menggunakan metode titrasi asam lemak. Apabila kandungan asam lemak bebas masih lebih dari 3 mg KOH/g, maka perlu dilakukan penurunan asam lemak bebas.

Penurunan asam lemak bebas dilakukan dengan cara memanaskan minyak kasar kemiri sunan pada suhu 90–115 °C selama 1 jam sambil diaduk dengan kecepatan tertentu secara konstan, kemudian asam lemak bebas diperiksa secara berkala. Apabila selama 1 jam asam lemak bebas masih di atas 3 mg KOH/g, maka pemanasan dilanjutkan sampai diperoleh asam lemak bebas kurang dari 3 mg KOH/g. Setelah asam lemak bebas minyak kasar kemiri sunan sudah di bawah 3 mg KOH/g, maka pembuatan biodiesel baru dapat dilakukan.

Gambar 23 Proses penurunan asam lemak bebas
(Sumber: BPSI TRI, 2024)

2. Pengolahan Kemiri Sunan menjadi Biodesel

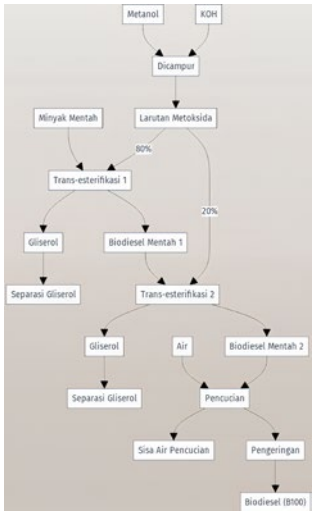
a) Trans-Esterifikasi

Trans-esterifikasi adalah suatu reaksi kimia pada lemak atau minyak menggunakan alkohol dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metil ester (biodiesel) dan hasil samping berupa gliserol. Beberapa

jenis alkohol yang dapat digunakan untuk proses trans-esterifikasi antara lain metanol, etanol, propanol, dan amil alkohol. Namun metanol lebih sering digunakan karena lebih murah dan mudah digunakan.

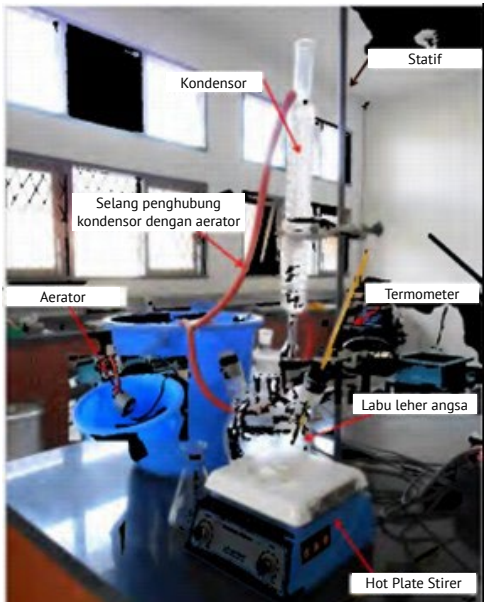
Penggunaan katalis pada proses trans-esterifikasi terdiri dari dua jenis, yaitu katalis asam dan katalis basa. Katalis basa lebih sering digunakan dibanding katalis asam karena reaksinya lebih cepat, suhu reaksi lebih rendah, dan tingkat konversi lebih tinggi dibanding katalis asam. Katalis basa yang sering digunakan antara lain sodium hidroksida (NaOH), potasium hidroksida (KOH), dan sodium hidroksida ($NaOCH_3$). KOH lebih sering digunakan sebagai katalis karena lebih murah, mudah diperoleh, dan digunakan dibanding katalis lainnya.

Proses trans-esterifikasi dilakukan dengan mencampurkan minyak nabati dengan metanol dan katalis KOH. Proses trans-esterifikasi dilakukan pada suhu 60 ^{o}C selama 60 menit disertai pengadukan. Berikut diagram proses pembuatan biodiesel:



Gambar 24 Diagram alur proses pembuatan biodiesel

(Sumber: BPSI TRI, 2024)



Gambar 25 Peralatan pembuatan biodiesel skala laboratorium

(Sumber: M. Herman, 2013)

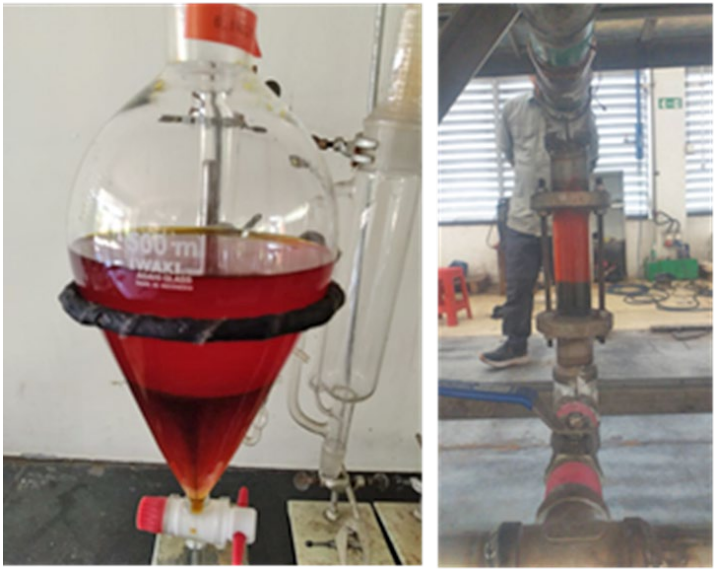
Gambar 26 Reaktor biodiesel

(Sumber: BPSI TRI, 2024)

b) Pemisahan Gliserol

Pemisahan gliserol dilakukan menggunakan corong pisah. Metil ester yang dihasilkan akan terpisah dari gliserol karena proses pengendapan yang disebabkan oleh perbedaan massa jenis bahan. Posisi metil ester berada di atas, sedangkan gliserol di bawah. Setelah metil ester dan gliserol terpisah sempurna, gliserol yang berada di bagian bawah corong pisah dikeluarkan dengan membuka keran bawah. Metil ester yang masih berada di corong pisah, kemudian dipindahkan kembali ke labu leher angsa untuk dilakukan trans-esterifikasi tahap 2 untuk menyempurnakan proses konversi minyak nabati menjadi metil ester. Setelah dilakukan trans-esterifikasi tahap 2, kembali dilakukan proses pemisahan gliserol.

Biodiesel hasil proses trans-esterifikasi masih berbentuk biodiesel kotor yang masih mengandung pengotor seperti sisa katalis dan metanol yang tidak bereaksi serta gliserol. Adanya pengotor dapat menimbulkan masalah pada sistem pembakaran mesin diesel sehingga perlu dibersihkan terlebih dahulu agar memenuhi standar SNI 7182:2015 Biodiesel.



Gambar 27 Tampilan pemisahan gliserol pada skala lab (kiri) dan reaktor (kanan)

(Sumber: BPSI TRI, 2024)

c) Pencucian Biodiesel

Proses pencucian dilakukan menggunakan air bersih yang telah dipanaskan pada suhu 55 ^{o}C sambil diaduk. Volume air yang ditambahkan minimal 10% dari volume metil ester. Pencucian dilakukan beberapa kali hingga pH air cucian netral dan jernih yang menandakan seluruh pengotor telah hilang. Air hasil pencucian harus memiliki pH netral dan tidak mengandung kaporit. Proses pencucian ini dilakukan untuk menghilangkan sisa gliserol, metanol, dan katalis yang tidak bereaksi, serta sabun yang terbentuk selama proses trans-esterifikasi yang dapat larut dalam air. Air akan mengikat pengotor karena memiliki polaritas yang sama sehingga pengotor akan larut dalam air.

Gambar 28 Tahapan pencucian biodiesel

(Sumber: BPSI TRI, 2024)

d) Pengeringan Biodiesel

Proses pengeringan diperlukan untuk menghilangkan air yang kemungkinan masih terperangkap di dalam biodiesel setelah proses pencucian. Proses pengeringan dilakukan dengan memanaskan biodiesel pada suhu 90–100 °C. Proses pengeringan selesai dengan indikasi biodiesel yang dihasilkan telah jernih dan bebas dari gelembung uap air.

Gambar 29 Perbandingan biodiesel yang sudah (kiri) dan belum dikeringkan (kanan)

(Sumber: BPSI TRI, 2024)

3. Karakteristik Biodiesel Kemiri Sunan

Biodiesel dari minyak biji kemiri sunan merupakan salah satu alternatif bahan bakar nabati yang memiliki potensi besar untuk menggantikan bahan bakar fosil. Spesifikasi biodiesel kemiri sunan sebagai alternatif bahan bakar nabati sesuai dengan persyaratan mutu yang tertera pada Tabel 10 yaitu syarat mutu biodiesel menurut SNI 7182:2015 Biodeisel.

Tabel 10 Syarat mutu biodiesel

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40 °C	kg/m^3	850–890
2	Viskositas kinematic pada 40 °C	mm^2/s (cst)	2,3–6,0
3	Angka setana	min	51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	100
5	Titik kabut	°C, maks	18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50 °C)		Nomor 1

Tabel 10 Syarat mutu biodiesel (lanjutan)

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
7	Residu karbon - dalam percontohan asli ; atau - dalam 10% ampas distilasi	% massa, maks	 0,05 0,3
8	Air dan sedimen	% volume, maks	0,05
9	Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360
10	Abu tersulfatkan	% massa, maks	0,02
11	Belerang	mg/kg, maks	50
12	Fosfor	mg/kg, maks	4
13	Angka asam	mg-KOH/g, maks	0,5
14	Gliserol bebas	% massa, maks	0,02
15	Gliserol total	% massa, maks	0,24
16	Kadar ester metil	% massa, min	96,5
17	Angka iodium	% massa ($g\text{-}I_2/100$ g), maks	115
18	Kestabilan oksidasi - Periode induksi periode rancimat; atau - Periode induksi metode petro oksi	menit	 480 36
19	Monogliserida	% massa, maks	0,8

Sumber: SNI 7182:2015 Biodiesel

Biodiesel dari minyak kemiri sunan memiliki karakteristik yang menarik dan dipengaruhi oleh kandungan asam lemak dan proses trans-esterifikasi yang dilakukan. Kemiri sunan yang mengandung sekitar 51% asam α-eleostearat adalah salah satu sumber minyak nonpangan yang berpotensi besar untuk produksi biodiesel. Beberapa faktor penting yang menentukan kualitas biodiesel kemiri sunan antara lain viskositas, densitas (massa jenis), angka asam, dan angka iodium, yang semuanya berkaitan dengan kandungan asam lemak bebas dan proses pengolahannya.

Densitas minyak kemiri sunan menurun dari 0,952 g/cm^3 menjadi 0,89 g/cm^3 setelah dilakukan proses trans-esterifikasi dengan katalis basa. Penambahan katalis ini juga menurunkan angka asam biodiesel yang penting karena semakin rendah angka asam, semakin baik kualitas biodiesel. Rendahnya angka asam akan mengurangi resiko terbentuknya kerak atau jelaga yang bisa merusak mesin.

Namun, karena minyak kemiri sunan memiliki kadar asam lemak tak jenuh yang tinggi (sekitar 94,2%), biodiesel kemiri sunan cenderung memiliki angka iodium tinggi, yang menunjukkan stabilitas oksidatif rendah. Ini berarti biodiesel dari kemiri sunan berpotensi menghasilkan endapan dan polimerisasi jika digunakan dalam jangka panjang.

Viskositas juga memainkan peran besar dalam performa biodiesel. Viskositas yang tinggi dapat menghambat proses pembakaran karena memperlambat proses pembentukan kabut bahan bakar (atomisasi). Semakin rendah viskositas, semakin tinggi rendemen biodiesel yang dihasilkan, sehingga menguntungkan dalam produksi bahan bakar. Meskipun demikian, biodiesel dari kemiri sunan memiliki viskositas yang relatif lebih tinggi dibandingkan biodiesel dari bahan lain, seperti jarak pagar.

Selain itu, stabilitas bahan bakar ditentukan oleh bilangan iodium, yang menunjukkan jumlah ikatan rangkap dalam senyawa. Bilangan iodium yang tinggi menandakan stabilitas oksidatif rendah, yang bisa mengakibatkan pembentukan endapan dan memengaruhi kinerja mesin. SNI 7182:2015 Biodiesel menetapkan bilangan iodium maksimum sebesar 115 untuk biodiesel.

Dalam percobaan yang telah dilakukan, biodiesel kemiri sunan menunjukkan massa jenis, viskositas, dan titik kabut yang lebih tinggi dibandingkan biodiesel jarak pagar. Tingkat titik nyala yang tinggi menunjukkan biodiesel ini aman untuk disimpan dan digunakan,

meskipun kandungan metanol sisa dapat menurunkan titik nyala. Di sisi lain, kadar air yang tinggi bisa menurunkan kualitas biodiesel karena memicu reaksi yang merusak struktur ester dalam biodiesel.

Meski ada beberapa tantangan dalam hal densitas, viskositas, dan stabilitas oksidatif, biodiesel kemiri sunan tetap menawarkan potensi sebagai bahan bakar ramah lingkungan yang dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Dengan optimasi lebih lanjut, seperti pemilihan katalis yang tepat dan pengurangan kadar air, biodiesel kemiri sunan dapat memenuhi standar nasional dan internasional serta menjadi pilihan bahan bakar masa depan.

4. Alternatif Pemanfaatan Kemiri Sunan

a) Pupuk Organik

Berdasarkan pengujian pada lahan pertanian intensif di beberapa wilayah Indonesia, telah terjadi penurunan produktivitas dan degradasi lahan. Hal tersebut ditandai dengan rendahnya kandungan C-organik dalam tanah (< 2%). Beberapa lahan sawah intensif yang berada di Jawa memiliki kandungan C-organik kurang dari 1%. Hal tersebut tidak selaras dengan syarat minimum tercapainya produktivitas optimal dengan kandungan C-organik > 2.5%. Tanah dengan defisiensi hara perlu diberi penambahan pupuk organik agar kualitas tanah meningkat.

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari serasah tumbuhan, kotoran hewan, bagian hewan, atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses dekomposisi. Pupuk organik dapat berbentuk padat atau cair yang diperkaya dengan bahan mineral dan mikroba untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah, memperbaiki sifat fisik, kimia, serta biologi tanah. Salah satu limbah organik yang dapat dimanfaatkan adalah limbah dari pengolahan kemiri sunan menjadi biodiesel.

Komposisi buah kemiri sunan umumnya memiliki rasio kulit buah 62–68%, kulit biji 11–16%, dan kernel sebanyak 16–27%. Pengolahan biodiesel dari kemiri sunan memanfaatkan bagian kernel, yang menghasilkan rendemen mencapai 50% minyak hasil ekstraksi. Limbah pemanfaatan dari buah kemiri sunan untuk biodiesel menyisakan setidaknya 81% terdiri dari kulit buah, kulit biji, dan ampas sisa ekstraksi (bungkil). Limbah sisa ekstraksi dari kemiri sunan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik karena mengandung nitrogen (N) 6%, kalium/potasium (K) 1,7%, dan fosfor (P) 0,5% (Vossen dan Umali, 2002).

Nitrogen yang terkandung pada pupuk berperan sebagai penyusun asam amino (protein), asam nukleat, nukleotida, dan klorofil. Unsur hara fosfor berfungsi untuk penyimpan dan penyalur energi pada proses metabolisme tanaman sehingga akan menstimulasi pertumbuhan akar, jaringan, bunga, dan buah. Fosfor juga bertugas dalam meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit. Unsur kalium atau potassium bertugas sebagai aktivator enzim yang berperan dalam proses metabolisme tanaman. Kalium juga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan dan penyakit.

Berdasarkan data FAO, pada tahun 1970 hingga 2010 penggunaan pupuk sintetis dalam skala dunia telah meningkat hingga 200–300%. Pengolahan pupuk organik perlu ditingkatkan agar dapat meninggalkan jejak karbon yang lebih rendah untuk bumi akibat pupuk sintesis.

Dalam pembuatan pupuk organik berbahan dasar bungkil kemiri sunan, diperlukan penambahan dekomposer sebagai starter. Starter ini berfungsi mempercepat proses fermentasi bungkil kemiri sunan menjadi pupuk organik yang siap pakai. Berikut adalah prosedur pembuatannya:

1. Larutkan 5 sendok makan gula pasir ke dalam 100 ml larutan dekomposer;

2. Siapkan 100 kg bungkil kemiri sunan hasil pengepresan yang telah ditumbuk hingga berukuran kecil;
3. Campurkan bungkil kemiri sunan dengan 10 kg pupuk kandang matang, selanjutnya aduk hingga merata;
4. Siram larutan dekomposer yang telah dicampur dengan gula pasir secara merata, hingga kadar air mencapai 30%. Kadar air dapat diperiksa dengan mengepal adonan. Jika air tidak keluar dan kepalan terurai saat dilepas, maka kadar air sudah sesuai;
5. Tutup adonan rapat-rapat dengan karung atau terpal selama 3–4 hari. Pertahankan suhu adonan sekitar 40–50 °C. Jika suhu melebihi 50 °C, buka penutup dan balik adonan, lalu tutup kembali. Suhu yang terlalu tinggi dapat merusak pupuk organik karena menyebabkan pembusukan. Pengecekan suhu dilakukan setiap pagi dan sore;
6. Setelah 5–7 hari, proses fermentasi selesai dan pupuk organik siap digunakan.

Proses fermentasi ini memastikan bahwa pupuk organik yang dihasilkan berkualitas dan dapat meningkatkan kesuburan tanah secara alami. Manfaat pupuk organik di antaranya meningkatkan kualitas tanah dengan memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik juga berperan dalam melepaskan nutrisi tanah secara perlahan, sehingga membantu mencegah terjadinya lonjakan pasokan hara yang bisa mengakibatkan keracunan pada tanaman. Pupuk organik juga berfungsi untuk menjaga kelembapan tanah dan mengurangi tekanan pada struktur tanah yang dapat memengaruhi pertumbuhan akar tanaman. Selain itu, pupuk organik juga dapat mencegah erosi pada lapisan atas tanah yang kaya akan hara, mengurangi kehilangan nitrogen, fosfor yang terlarut, dan menjaga kesuburan tanah. Penggunaan pupuk organik tidak hanya berperan

penting dalam menjaga kesuburan tanah, tetapi juga memberikan dampak positif yang berkelanjutan terhadap praktik pertanian yang ramah lingkungan. Pertanian berkelanjutan ini memastikan bahwa sumber daya alam dapat terus dimanfaatkan untuk generasi mendatang tanpa merusak ekosistem.

b) Biopestisida

Kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) adalah tanaman yang memiliki banyak manfaat, termasuk berpotensi sebagai bahan baku biopestisida (bioinsektisida dan biofungisida). Hanya saja, pemanfaatan tersebut belum banyak dikembangkan. Bagian yang telah diteliti sebagai biopestisida kebanyakan berasal dari minyak. Minyak bersifat toksik karena berasal dari biji yang beracun. Sifat racun tersebut diduga berasal dari asam α-eleostearat yang mendominasi kandungan lemak di dalam minyak , yaitu lebih dari 50%. Beberapa jenis senyawa lain yang terkandung di dalam kemiri sunan dan dapat memengaruhi tingkah laku dan fisiologi serangga antara lain saponin, alkaloid, flavonoid, tanin, asam lemak, trigliserida, glikosida, dan steroid. Peran masing-masing senyawa tersebut antara lain:

1. Saponin bersifat seperti sabun, pahit dan astringen. Sifat insektisidalnya dapat memengaruhi perilaku makan hama, sehingga dapat menghambat pertumbuhan. Saponin juga dapat menyebabkan pecahnya sel-sel darah sehingga dapat menyebabkan kematian. Kadar saponin dalam minyak dapat mencapai 2%;
2. Senyawa alkaloid dapat melindungi tumbuhan dari serangan herbivora, memiliki efek antioksidan, dan rasanya pahit. Senyawa ini bersifat toksik terhadap hama karena bersifat neurotoksik, yaitu dapat mengganggu sistem saraf pusat sehingga dapat menyebabkan kelumpuhan atau kematian bagi serangga;

3. Flavonoid yang memiliki sifat mirip dengan alkaloid, yaitu senyawa polifenol yang bersifat antioksidan, antimikroba, dan dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama, dan patogen. Kandungan flavonoid sebagai kuersetin di dalam minyak dapat mencapai 0,03%;
4. Tanin bersifat antinutrisi dan astringen, yaitu dapat mengganggu sistem pencernaan sehingga mengurangi kemampuan makan hama;
5. Asam lemak dan trigliserida dapat digunakan sebagai campuran formulasi biopestisida karena bersifat emolien dan dapat menjadi pembawa bahan aktif;
6. Glycosida termasuk senyawa metabolit sekunder yang berperan sebagai cadangan gula untuk sementara, dan melindungi tanaman dari serangan hama dan patogen. Senyawa ini bersifat toksik karena dapat mengganggu metabolisme, dan menyebabkan kematian pada hama, dan patogen;
7. Steroids memiliki struktur kimia serupa dengan hormon serangga. Oleh karena itu, senyawa ini dapat mengganggu perkembangan serangga dalam proses ganti kulit, dan reproduksi.

Kebanyakan produk bahan nabati yang digunakan sebagai biopestisida, termasuk kemiri sunan membutuhkan konsentrasi yang cukup tinggi jika digunakan secara tunggal. Oleh karena itu, perlu terus dikembangkan kesesuaian formulasinya dengan bahan-bahan lain. Beberapa contoh pemanfaatan kemiri sunan sebagai biopestisida dapat dilihat pada Tabel 11. Pada tabel tersebut terlihat bahwa pengaruh kemiri sunan terhadap hama, dan patogen bervariasi, dipengaruhi oleh jenis hama/patogen, bentuk bahan kemiri sunan, dan cara aplikasi. Jenis serangga yang berbeda dapat memberikan respons yang berbeda terhadap

minyak kemiri sunan. Bahan aktif yang terdapat di dalam minyak dapat mengakibatkan satu atau lebih pengaruh sebagai pengusir (*repellent*), penolak makan (*antifeedant*), menghambat peletakan telur (*oviposition deterrent*), dan menghambat pertumbuhan. Racun dapat masuk ke dalam tubuh hama melalui kontak langsung, racun pernapasan, atau dimakan langsung. Minyak kemiri sunan juga dapat mengganggu sel-sel patogen penyakit, sehingga tidak dapat berkembang biak ataupun mati.

Bagian tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan pestisida adalah daun dan minyak yang berasal dari biji. Kedua bahan tersebut mengandung senyawa-senyawa yang bersifat insektisidal/fungisidal yang lebih banyak dibandingkan dengan bagian tanaman lainnya. Minyak kemiri sunan adalah bahan paling mudah untuk digunakan sebagai biopestisida. Minyak dihasilkan dari pengepresan biji kemiri sunan. Minyak dapat dicampur dengan air dengan perbandingan tertentu untuk digunakan langsung dalam konsentrasi yang diinginkan. Untuk memecahkan tegangan permukaan antara minyak dan air, dapat ditambahkan sedikit sabun cuci piring ke dalam campuran tersebut. Pemanfaatan daun dapat dilakukan dengan membuat menjadi serbuk terlebih dahulu. Serbuk ini diekstraksi dengan pelarut air atau organik seperti alkohol dan methanol. Cara ini umumnya lebih efektif untuk mendapatkan bahan aktif yang terkandung pada daun, hanya saja lebih mahal untuk pembelian pelarut organik. Untuk meningkatkan efektivitas dan stabilitasnya, minyak atau ekstrak daun diformulasikan dengan bahan-bahan lain.

Minyak kemiri sunan dapat diaplikasikan dengan mudah, namun jumlah konsentrasi, dan dosis harus dipastikan agar tidak merusak tanaman (fitotoksik). Waktu penyemprotan yang tepat dapat meningkatkan efektivitas formula, misalnya tidak dilakukan pada siang hari atau

saat akan hujan. Bioinsektisida dapat disemprotkan langsung pada tanaman atau disiramkan pada akar, tergantung jenis formula. Dengan penerapan yang tepat, kemiri sunan memiliki potensi untuk menjadi solusi biopestisida yang ramah lingkungan dan efektif dalam mengendalikan hama dan patogen pada berbagai jenis tanaman. Manfaat kemiri sunan sebagai biopestisida adalah sebagai berikut:

1. Ramah lingkungan: kemiri sunan lebih mudah terurai di lapang (*biodegradable*) sehingga tidak meninggalkan residu kimia berbahaya, relatif aman bagi lingkungan, dan organisme nontarget (burung, ikan, dan serangga) yang bermanfaat;
2. Penurunan resistensi hama: Biopestisida kemiri sunan dapat membantu mengurangi perkembangan resistensi pada hama tidak seperti penggunaan pestisida kimia;
3. Sumber daya terbarukan: kemiri sunan merupakan tanaman lokal yang dapat diperbaharui dengan penanaman. Hal ini menjadikannya alternatif yang lebih berkelanjutan dibandingkan pestisida sintetik yang bergantung pada bahan baku fosil;
4. Memiliki nilai ekonomis:
    - Untuk petani: petani dapat membuat pestisida sendiri dengan biaya lebih rendah, sekaligus meningkatkan pendapatan melalui diversifikasi produk pertanian.
    - Pengurangan biaya produksi: adanya biopestisida yang dapat dibuat sendiri dapat mengurangi biaya pembelian pestisida sintetik yang relatif mahal.
    - Potensi industri: pengembangan industri biopestisida dapat menciptakan lapangan kerja baru, dan memberikan nilai tambah bagi produk pertanian lokal.

Tabel 11 Jenis-jenis hama dan patogen yang dikendalikan dengan menggunakan kemiri sunan

Hama & Penyakit	Nama Umum	Tanaman Inang	Bagian tanaman kemiri sunan	Efektifitas	Skala pengujian	Sumber
Hama						
Conopomorpha cramerella Snell	Penggerek buah kakao	Kakao	Minyak biji	Mengurangi tingkat kehilangan hasil > 20%	Lapang	Soesanthy & Samsudin, 2013
			Campuran minyak dan ekstrak daun bandotan	Mengurangi intensitas serangan > 70%	Lapang	Soesanthy & Samsudin, 2014
Crocidolomia binotalis Zell.	Ulat kubis	Sawi	Minyak biji	Mortalitas 100%	Laboratorium	Muliani *et al.*, 2019
Crocidolomia binotalis Zell.	Ulat kubis	Pakcoy	Minyak biji	Mortalitas > 50%	Laboratorium	Nisa, 2020
Hypothenemus hampei Ferrari	Penggerek buah kopi	Kopi	Minyak biji	Mortalitas > 90%	Laboratorium	Rahmawati *et al.*, 2019
Planococcus sp.	Kutu putih	Kakao	Minyak biji	LT_{50} = 0,24 hari setelah penyemprotan pada konsentrasi 5%	Laboratorium	Soesanthy & Hapsari, 2022

Tabel 11 Jenis-jenis hama dan patogen yang dikendalikan dengan menggunakan kemiri sunan (lanjutan)

Hama & Penyakit	Nama Umum	Tanaman Inang	Bagian tanaman kemiri sunan	Efektifitas	Skala pengujian	Sumber
Planococcus minor	Kutu putih	Wijen	Nanoemulsi minyak biji	LC_{50} = 0,09% dalam waktu 5 hari	Laboratorium	Prabowo & Damaiyani, 2019
Ephestia cautella	Hama gudang	Kakao	Minyak biji	Mortalitas > 25%; Repelensi > 25%	Laboratorium	Samsudin *et al.*, 2016
Patogen						
Hemileia vastatrix	Karat daun	Kopi	Minyak biji	Menekan perkecambahan spora > 70%	Laboratorium dan rumah kaca	Harni *et al.*, 2018
			Minyak biji	Menekan intensitas serangan > 70%	Laboratorium dan rumah kaca	Taufiq *et al.*, 2021
Meloidogyne spp.	Nematoda puru akar	Tomat	Daun	Menekan terbentuknya puru > 50%	Rumah kaca	Sasmita, 2016

Meskipun potensi kemiri sunan sebagai biopestisida alami sangat besar, penelitian yang mendukung masih terbatas, sehingga masih menjadi tantangan pengembangan skala komersial yang efektif dan ekonomis. Namun, dengan semakin meningkatnya kesadaran pentingnya pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan, prospek pengembangan kemiri sunan sebagai biopestisida sangat cerah. Peran pemerintah dan lembaga riset juga diperlukan untuk mempercepat adopsi teknologi ini di kalangan petani.

c) Briket

Limbah dari proses pengolahan biodiesel kemiri sunan dapat diolah menjadi produk lain yang bermanfaat, yaitu briket. Dikutip dari buku ajar Energi Baru dan Terbarukan (2020), briket merupakan arang yang berasal dari biomassa hasil pertanian yang telah diolah menjadi bentuk tertentu. Briket dibuat dari bagian tanaman yang telah dihaluskan menjadi serbuk, ditambahkan larutan perekat, dipadatkan, dan dicetak sesuai bentuk, ukuran, dan kepadatan yang diinginkan. Briket kemiri sunan memanfaatkan limbah yang berasal dari cangkang buah, kulit kernel, bungkil kernel, dan tandan buah.

Proses pengolahan briket dimulai dengan pengeringan bahan baku dengan cara dijemur di bawah sinar matahari. Bahan yang telah kering kemudian diarangkan menggunakan metode pirolisis, yaitu proses penguraian komponen kimia dalam bahan baku melalui pemanasan tanpa atau sedikit oksigen. Proses pirolisis dilakukan pada suhu 400–600 °C. Waktu pengarangan tergantung pada kuantitas, ukuran, dan kerapatan bahan. Selain itu, suplai oksigen yang masuk dan asap yang keluar dari ruang pembakaran juga memengaruhi lamanya pengarangan. Agar hasil pengarangan tetap menjadi arang dan tidak berubah menjadi abu, hasilnya harus segera dikeluarkan dan didinginkan. Hasil pengarangan kemudian dihaluskan dan diayak

sehingga ukurannya seragam. Tahapan selanjutnya, yaitu penambahan bahan perekat. Bahan perekat tersebut bisa menggunakan bahan organik maupun anorganik. Bahan perekat organik berupa tepung tapioka, amilum, tar, atau molase, sedangkan bahan perekat anorganik yaitu lempung, semen, atau natrium silikat. Campuran arang dan bahan perekat kemudian dipadatkan dan dicetak menjadi bentuk dengan kerapatan yang diinginkan. Tahap terakhir, yaitu pengeringan briket selama 2–3 hari. Briket yang telah kering dapat langsung digunakan atau dikemas menggunakan plastik untuk menghindari penyerapan air. Dibandingkan dengan arang, briket mempunyai beberapa keunggulan seperti tidak menghasilkan asap, tidak beracun, dan relatif mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi.

Bab 8
Analisis Usaha Tani Biodiesel Kemiri Sunan

A. Perhitungan Ekonomi Usaha Tani Biodiesel

Komponen biaya budi daya tanaman kemiri sunan mencakup beberapa aspek penting yang harus diperhatikan. Pertama, biaya persiapan lahan yang meliputi pembersihan dan pengolahan tanah untuk penanaman. Kemudian, biaya pembelian benih kemiri sunan.biaya penanaman yang termasuk tenaga kerja untuk menanam benih dan pemupukan awal. Setelah itu, biaya pemeliharaan tanaman yang mencakup penyiraman, pemupukan lanjutan, pengendalian hama dan penyakit, pemangkasan, dan penyiangan. Terakhir, biaya panen yang terdiri dari tenaga kerja untuk memanen kemiri sunan, dan transportasi hasil panen ke tempat penjualan. Semua komponen biaya ini penting diperhitungkan agar proses penanaman tanaman kemiri sunan berjalan lancar dan dapat menghasilkan produksi tanaman yang tinggi. Komponen biaya budi daya tanaman kemiri sunan tercantum dalam Tabel 12.

Tabel 12 Komponen biaya budi daya tanaman kemiri sunan

No	Jenis biaya	Satuan (unit)	Biaya satuan (Rp)
1.	Biaya persiapan lahan dan penanaman	ha	7.643.330
2.	Biaya pemeliharaan TBM umur 1 dan 2 tahun	ha	2.597.220
3.	Biaya pemeliharaan TBM umur 3 tahun	ha	2.227.680

Tabel 12 Komponen biaya Budi daya tanaman kemiri sunan (lanjutan)

No	Jenis biaya	Satuan (unit)	Biaya satuan (Rp)
4.	Biaya pemeliharaan TM umur 4 tahun	ha	2.227.680
5.	Biaya pemeliharaan TM umur 5 tahun	ha	2.315.040
6.	Biaya pemeliharaan TM umur 6–50 tahun	ha	2.489.760
7.	Biaya panen dan jemur	kg	110

Biaya proses pengolahan biodiesel kemiri sunan mencakup beberapa komponen utama yang harus diperhitungkan secara cermat. Pertama, biaya pengadaan bahan baku, yaitu biji kemiri sunan, yang harganya fluktuatif tergantung musim dan ketersediaan. Selanjutnya, biaya operasional mesin dan peralatan yang digunakan dalam proses ekstraksi minyak dari biji kemiri sunan, termasuk biaya pemeliharaan dan energi. Proses berikutnya adalah konversi minyak menjadi biodiesel, yang memerlukan reagen kimia dan katalis, serta biaya tenaga kerja yang terampil untuk mengoperasikan proses ini. Selain itu, ada biaya pengolahan limbah yang dihasilkan selama proses produksi, guna memastikan bahwa limbah tersebut dikelola dengan cara yang ramah lingkungan. Terakhir, biaya distribusi biodiesel yang mencakup pengemasan, transportasi, dan penyimpanan hingga produk siap digunakan atau dijual. Semua komponen biaya ini harus dikelola dengan efisien untuk memastikan produksi biodiesel dari kemiri sunan menjadi usaha yang berkelanjutan dan ekonomis. Biaya proses pengolahan biodiesel kemiri sunan dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Biaya proses pengolahan biodiesel kemiri sunan

No	Jenis biaya	Satuan (unit)	Biaya (Rp)
1.	Mesin biodiesel kapasitas 400 liter minyak kasar kemiri sunan	set	374.000.000
2.	Pemeliharaan (sparepart dan pelumas)	tahun	1.800.000

Tabel 13 Biaya proses pengolahan biodiesel kemiri sunan (lanjutan)

No	Jenis biaya	Satuan (unit)	Biaya (Rp)
3.	Listrik	tahun	105.261.470
4.	Bahan	tahun	1.224.737.280
5.	Tenaga kerja	tahun	86.400.000

Biaya modal awal produksi kemiri sunan memang sangat tinggi, terutama untuk pembuatan unit mesin pengolah biodiesel. Tetapi dari konversi bahan baku ke produk, akan diperoleh keuntungan yang signifikan. Jika kebun produksi mampu berproduksi secara kontinyu, dan pengolahan dilakukan secara efisien maka hasil dari usaha pengolahan biodiesel kemiri sunan akan menjadi usaha yang berkelanjutan dan besar Pendapatan pengolahan biodiesel kemiri sunan per tahun tersaji dalam Tabel 14.

Tabel 14 Pendapatan pengolahan biodiesel kemiri sunan per tahun

No	Jenis pendapatan	Satuan (unit)	Harga (Rp)	Pendapatan per tahun (Rp)
1.	Biodiesel	liter	8.480	1.719.411.980
2.	Bungkil	kg	370	85.939.200
3.	Gliserol kotor	liter	3.700	102.297.600

B. Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi terkait masa depan biodiesel dari kemiri sunan berpotensi memberikan dampak yang signifikan pada transisi energi hijau yang semakin menjadi perhatian global. Kemiri sunan memiliki potensi besar sebagai sumber bahan baku biodiesel, mengandung minyak yang dapat diubah menjadi bahan bakar ramah lingkungan. Dengan meningkatnya kebutuhan energi dan krisis energi yang akan dihadapi, pengembangan biodesel dari kemiri sunan menjadi alternatif

yang potensial. Analisis ekonomi terhadap produksi biodiesel berasal dari kemiri sunan menunjukkan tanaman ini memiliki potensi keuntungan yang signifikan serta ramah lingkungan.

1. Potensi Produksi

   Berdasarkan penelitian, satu hektar tanaman kemiri sunan dapat menghasilkan minyak kasar sebanyak 8–9 ton, yang setara dengan 6–8 ton biodiesel per tahun. Jumlah produksi minyak kasar yang cukup besar, hal ini tidak akan mengganggu kebutuhan pangan seperti jika menggunakan bahan baku dari sawit atau minyak konsumsi lainnya.

2. Kebermanfaatan

   Selain memberikan dampak langsung pada energi terbarukan. Kemiri sunan juga berpotensi efektif dalam menyerap karbon. Limbah karbon di udara dapat diserap oleh kemiri sunan untuk mengurangi dampak polusi. Selain itu tanah lahan kritis dan bekas pertambangan dapat ditanami kemiri sunan untuk reklamasi. Dampak lain adalah dampak sosial, akan memunculkan lapangan kerja baru bagi warga sekitar lokasi sehingga dapat meningkatkan pergerakan ekonomi lokal.

3. Tantangan

   Tantangan yang dihadapi adalah terkait regulasi dan kebijakan pemerintah. Selain itu, Terbatasnya riset dan pengembangan terhadap tanaman Kemiri Sunan masih menjadi tantangan di masa depan. Dukungan terhadap pemasaran produk juga masih menjadi kendala. Untuk skala produksi, modal awal pembangunan unit alat pengolahan juga menjadi kedala sehingga industri skala kecil masih kesulitan untuk menjangkau. Maka peran pemerintah dan pemodal sangat penting meliputi inisiasi, pemodalan/pinjaman, pendampingan, serta bantuan lainnya.

Bab 9
Energi Baru Terbarukan, Mewariskan Keberlanjutan Bumi

Dalam beberapa dekade terakhir, kebutuhan energi global meningkat pesat. Namun, penggunaan energi fosil menghasilkan emisi karbon yang merusak atmosfer dan mempercepat perubahan iklim. Kerusakan lingkungan akibat eksploitasi energi fosil telah menimbulkan masalah serius, mulai dari pemanasan global hingga perubahan iklim ekstrem. Jika kita tidak segera beralih ke energi terbarukan, kerusakan ini akan terus meningkat, mengancam keberlangsungan bumi sebagai tempat hidup yang layak bagi generasi mendatang. Ketergantungan pada bahan bakar fosil tidak hanya menguras cadangan energi, tetapi juga mempercepat kerusakan lingkungan. Oleh karena itu, pencarian sumber energi terbarukan menjadi semakin mendesak.

Salah satu sumber potensial yang patut diperhatikan adalah kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Air Shaw), yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku bioenergi. Kemiri sunan adalah solusi nyata di tengah krisis energi global. Tanaman ini menghasilkan minyak yang dapat diolah menjadi biodiesel, salah satu bentuk energi terbarukan yang ramah lingkungan. Dengan mengembangkan sumber daya seperti kemiri sunan, kita dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan berbagai karakter khusus yang dimilikinya, kemiri sunan memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai salah satu tanaman utama penghasil bahan bakar nabati. Budi daya kemiri sunan sangat

mudah dan tidak membutuhkan perawatan yang intensif karena daya adaptasinya yang baik meski di lahan yang defisiensi unsur hara sekalipun. Tak hanya itu, hasil samping pengolahan biodiesel kemiri sunan pun memiliki potensi ekonomi juga, seperti pupuk organik, biopestisida, dan lain-lain.

Potensi besar yang dimiliki oleh kemiri sunan sebagai sumber energi, memberikan peluang untuk memenuhi kebutuhan energi secara berkelanjutan sekaligus memperbaiki kerusakan lingkungan. Berinvestasi dalam sumber energi terbarukan adalah langkah nyata dalam menjaga kelestarian bumi dan menciptakan masa depan yang lebih baik bagi generasi mendatang.

Perubahan menuju energi terbarukan bukanlah proses yangmudah dan memerlukan komitmen jangka panjang. Namun, manfaat yang diperoleh jauh lebih besar dibandingkan tantangan yang dihadapi. Dengan memanfaatkan kemiri sunan dan sumber energi terbarukan lainnya, kita dapat menciptakan masa depan yang lebih cerah, dimana kebutuhan energi terpenuhi tanpa merusak lingkungan dan membebani generasi mendatang. Tanggung jawab ini bukan hanya milik pemerintah , tetapi juga kita semua sebagai individu.

Mari kita bersama-sama menjaga bumi ini dengan beralih ke energi terbarukan. Kemiri sunan hanyalah salah satu dari banyak solusi yang ada. Melalui inovasi, dedikasi, dan kepedulian terhadap lingkungan, kita bisa mewariskan masa depan yang lebih baik dan lebih hijau bagi generasi yang akan datang.

Daftar Pustaka

Adawiyah, R. (2017). Uji identifikasi farmakognostik tumbuhan kemiri sunan (*Aleurites trisperma*) di Kebun Percobaan Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. *Anterior Jurnal*, *17*(1), 60–68. https://doi.org/10.33084/anterior.v17i1.29.

Aunillah, A., & Pranowo, D. (2012). Karakteristik biodiesel kemiri sunan [*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw] menggunakan proses transesterfikasi dua tahap. *Buletin RISTRI*, *3*(3), 193–200.

BSN. (2015). *SNI 7182:2015 - Biodiesel*. Badan Standardisasi Nasional.

Chaib, I. (2010). Saponins as insecticides: A review. *Tunisian Journal of Plant Protection*, *5*(1), 39–50.

Dadang, & Prijono, D. (2008). *Insektisida nabati: Prinsip, pemanfaatan, dan pengembangan*. Departemen Proteksi Tanaman Institut Pertanian Bogor.

Demirbas, A. (2008). *Biodiesel: A Realistic fuel alternative for diesel engines*. Springer.

Francis, G., Kerem, Z., Makkar, H.P.S., & Becker, K. (2002). The biological action of saponins in animal systems: A Review. *British Journal of Nutrition*, *88*(6), 587–605. https://doi.org/10.1079/BJN2002725.

Fukuda, H., Kondo, A., & Noda, H. (2001). Biodiesel fuel production by transesterification of oils. *J. Biosci. Bioeng.*, *92*(5), 405–416. https://doi.org/10.1263/jbb.92.405.

Garusti, Khuluq, A. D., Hartono, J., Riajaya, P. D., & Purwati, R. D. (2020). Karakteristik biodiesel kemiri sunan dengan katalis NaOH dan KOH. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, *12*(2), 78–85.

Hambali, E., Suryani, A., Dadang, H., Hanafie, H., Reksowardojo, I. K., Rivai, M., Ihsanur, M., Suryadarma, P., Tjitrosemito, S., Soerawidjaja, T. H., Prawitasari, T., Prakoso, T., & Purnama, W. (2006). *Jarak pagar tanaman penghasil biodiesel*. Penebar Swadaya.

Harni, R., Taufiq, E., & Samsudin. (2018). Effect of plant oils and extracts on uredospores of *Hemileia vastatrix* germination and attack intensity. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, *5*(2), 67–76.

Herman, M., Syakir, M., Pranowo, D., Saefudin, & Sumanto. (2013). *Kemiri sunan* (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) *tanaman penghasil minyak nabati dan konservasi lahan*. IAARD Press.

Kalshoven, L.G.E. (1981). Pest of Crops in Indonesia. PT Ichtiar Baru, Jakarta.

Setyawan YP. (2017). Serangga yang Berasosiasi dengan Sengon *Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes di Bogor. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Kementerian Pertanian. (2015). *Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 330/KPTS/KB.020/10/2015 tentang Pedoman Produksi, Sertifikasi, Peredaran dan Pengawasan Benih Tanaman Kemiri Sunan* (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw). Kementerian Pertanian.

Kementerian Pertanian. (2018). *Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 05/PERMENTAN/KB.410/1/2018 tentang Pembukaan dan/atau Pengolahan Lahan Perkebunan Tanpa Membakar*. Kementerian Pertanian.

Khaerati, Indriati G, & Syamsudin. (2019). *inventarisasi serangga perusak di pembenihan, bunga rampai kemiri sunan penghasil biodisel solusi mudah energi masa depan*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri.

Lestari, N. A., & Pazli. (2017). Kerjasama Indonesia-Jepang dalam sektor agribisnis (studi kasus: ekspor kakao Indonesia ke Jepang). *JOM FISIP*, *4*(2), 1 – 12.

Muliani, Y., Mustariani, E., & Ramdyan, R. W. (2019). Pengaruh konsentrasi minyak kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) terhadap larva *Crocidolomia binotalis* zell. (Lepidoptera: Pyralidae) hama pada tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Agroscript*, *1*(2), 78 – 88.

Nisa, K. (2020). *Toksisitas minyak kemiri sunan* (Reutealis trisperma) *terhadap mortalitas, pertumbuhan, dan perkembangan ulat krop* (*Crocidolomia binotalis*) [Skripsi, Universitas Brawijaya].

Okigbo R. N., Anuagasi, C. L., & Amadi, J. E. (2009). Advances in selected medicinal and aromatic plants indigenous to Africa. *Journal of Medicinal Plants Research*, *3*(2), 086-095. https://doi.org/10.5897/JMPR.9000046.

Okwu, D. E. (2005). Phytochemicals, vitamins and mineral contents of two Nigerian medicinal plants. *International Journal of Molecular Medicine and Advance Sciences*, *1*(4), 375 – 381.

Prabowo, H., & Damaiyani, J. (2019). Evaluation of kemiri sunan (*Reutealis trisperma* Blanco) seed oil nanoemulsion as insecticide against *Planococcus minor* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of Physics Conference Series*, *1363*(1), 012006. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1363/1/012006.

Pracaya. (2007). Hama dan Penyakit Tanaman (edisi Revisi). Jakarta: Penebar Swadaya.

Pranowo, D., Herman, M., Syafaruddin, & Trisawa, I. M. (2015). *Kemiri sunan sebagai sumber bahan bakar nabati*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.

Pranowo, D., Syakir, M., Prastowo, B., Aunillah, A., & Sumanto. (2014). *Pembuatan biodiesel dari kemiri sunan* (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) *dan pemanfaatan hasil samping*. IAARD Press.

Puslitbangbun. (2013). *Kemiri sunan* (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) *sumber energi terbarukan*. Kementerian Pertanian, Badan Litbang Pertanian.

Rahmawati, E., Hodiyah, I., Kurniati, F. D., & Indriati, G. (2019). Efikasi pestisida nabati minyak kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) untuk mengendalikan hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei* Ferrari). *Media Pertanian*, *4*(2), 81–87.

Samsudin, Soesanthy, F., & Syafaruddin. (2016). Aktivitas repelensi dan insektisidal beberapa ekstrak dan minyak nabati terhadap hama gudang *Ephestia cautella*. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, *3*(2), 117–126.

Sarin, A. (2012). *Biodiesel: Production and properties*. RSC Publishing. https://doi.org/10.1039/9781849734721.

Sasmita, A. (2016). *Potensi seduhan daun ceremai* (*Phyllanthus acidus* [L.] Skeels) *dan kemiri sunan* (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) *untuk pengendalian Meloidogyne* spp. *pada tanaman tomat* [Skripsi, Institut Pertanian Bogor].

Soesanthy, F., & Hapsari, A. (2022). Efficacy of some plant extracts against mealybugs on cacao. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, *974*(1), 012095. https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012095.

Soesanthy, F., & Samsudin. (2013). Peranan ekstrak babadotan dan bawang putih serta minyak kemiri sunan terhadap serangan penggerek buah kakao. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, *4*(2), 157–164.

Soesanthy, F., & Samsudin. (2014). Pengaruh beberapa jenis formula insektisida nabati untuk melindungi buah kakao dari serangan penggerek. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, *1*(2), 69–78.

Supriadi, H., Sasmita, K. D., & Usman. (2009). Tinjauan agroklimat wilayah pengembangan di Jawa Barat. In Daras, U., Syafaruddin, Ajijah, N., Ferry, Y., Indriati, G., Hasibuan, A. M., Towaha, J., Herman, M., Rusli, Wicaksono, I. N. A., & Rivai, A. M. (Eds.), *Kemiri sunan penghasil biodiesel: Solusi masalah energi masa depan* (pp.73-82). Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri.

Syafaruddin, & Wahyudi, A. (2009). Potensi varietas unggul kemiri sunan sebagai sumber energi bahan bakar nabati. *Perspektif*, *11*(1), 59-67.

Syakir M, Pranowo D, Herman M, dan Hasibuan AM. (2015). Budi daya dan Agribisnis Kemiri Sunan Sumber Bana Bakar Nabati. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta: IAARD Press

Syakir, M., Pranowo, D., Herman, M., & Hasibuan, A. M. (2014). *Budi daya dan agribisnis kemiri sunan sumber bahan bakar nabati*. IAARD Press.

Taufiq, E., Indriati, G., Harni, R., & Pranowo, D. (2021). Efektivitas minyak cengkeh, nimba dan kemiri sunan, serta ekstrak babadotan terhadap penyakit karat daun kopi (*Hemileia vastatrix*). *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, *8*(1), 1–8.

KEMIRI SUNAN

SUMBER ENERGI **TERBARUKAN**

Dalam menghadapi tantangan global seperti perubahan iklim, semakin menipisnya cadangan sumber daya fosil, dan kebutuhan energi yang terus meningkat, pengembangan energi alternatif menjadi sangat penting. Kemiri sunan atau *Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw merupakan salah satu tanaman yang menawarkan potensi besar sebagai sumber energi terbarukan. Dengan kemampuan beradaptasi yang baik, kemiri sunan menawarkan berbagai keuntungan dalam pemanfaatan sumber daya alam yang berkelanjutan. Dengan kandungan minyak yang dapat diolah menjadi biodiesel, kemiri sunan tidak hanya memberikan alternatif ramah lingkungan, tetapi juga membuka peluang ekonomi bagi petani.

Karya ini memaparkan potensi kemiri sunan sebagai sumber energi terbarukan, mulai dari aspek budi daya hingga proses pengolahan. Dengan tingginya kandungan minyak yang signifikan, kemiri sunan dapat diolah menjadi biodiesel yang mampu memberikan kontribusi bagi pengurangan emisi karbon dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar yang berasal dari fosil. Selain itu, kemiri sunan juga memiliki manfaat ekonomi bagi para petani dan masyarakat.

PERTANIAN PRESS

Redaksi Pertanian Press
Pusat Perpustakaan dan Literasi Pertanian
Jalan Ir. H Juanda No. 20, Bogor. 16122
https://epublikasi.pertanian.go.id/pertanianpress

E-ISBN (PDF)
9 789795 823056

ISBN
9 789795 823049