

BUDI DAYA dan AGRIBISNIS

Kemiri Sunan

Sumber Bahan Bakar Nabati



Penyusun:
Muhammad Syakir, Dibyو Pranowo, Maman Herman, dan
Abdul Muis Hasibuan



BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
Kementerian Pertanian

BUDI DAYA DAN AGRIBISNIS
KEMIRI SUNAN
SUMBER BAHAN BAKAR NABATI

BUDI DAYA DAN AGRIBISNIS KEMIRI SUNAN SUMBER BAHAN BAKAR NABATI

Penyusun:

Muhammad Syakir
Dibyو Pranowo
Maman Herman
Abdul Muis Hasibuan



**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN**

BUDIDAYA DAN AGRIBISNIS KEMIRI SUNAN: SUMBER BAHAN BAKAR
TERBARUKAN

Cetakan 2014

Hak cipta dilindungi undang-undang

©Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2014

Katalog dalam terbitan

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN

Budidaya dan agribisnis kemiri sunan; sumber bahan bakar nabati/ Penyusun,
Muhammad Syakir...[*et al.*]; Penyunting, Supriadi dan Risfaheri.--Jakarta: IAARD
Press, 2014.

xiii, 109 hlm.: ill.; 21 cm

633.85

1. Kemiri Sunan 2. Budi daya 3. Agribisnis

I. Syakir, Muhammad II. Judul

ISBN 978-602-344-015-3

Tata Letak dan Disain Sampul: Agus Budiharto

IAARD Press

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jalan Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta 12540
Telp.: +62 21 7806202, Faks.: +62 21 7800644

Alamat Redaksi:

Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian
Jalan Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122
Telp.: +62 251 8321746 Faks.: +62 251 8326561
e-mail: iaardpress@litbang.pertanian.go.id

Anggota IKAPI No. 445/DKI/2012

KATA PENGANTAR

Kemiri sunan [*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw] adalah salah satu jenis tanaman penghasil minyak nabati yang sangat potensial untuk bahan baku biodiesel. Minyak nabati dari tanaman ini diharapkan menjadi salah satu sumber energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar biodiesel. Untuk mendukung upaya tersebut, budi daya dan agribisnis tanaman ini perlu diketahui oleh masyarakat. Sebaran kemiri sunan masih terbatas di Jawa Barat sehingga pengembangan tanaman ini secara luas di seluruh wilayah Indonesia memerlukan strategi, perencanaan, dan koordinasi yang baik dari semua pihak terkait.

Informasi dalam buku Budi daya dan Agribisnis Kemiri Sunan Sumber Bahan Bakar Nabati ini merupakan hasil penelitian Badan Litbang Pertanian selama lima tahun terakhir.

Buku ini merupakan penyempurnaan dari dua buku sebelumnya, yaitu Kemiri Sunan Tanaman Penghasil Minyak Nabati dan Konservasi Lahan dan Pembuatan Biodiesel Kemiri Sunan dan Pemanfaatan Hasil Samping. Pembaca yang belum memiliki kedua buku sebelumnya tidak perlu khawatir, karena buku yang disempurnakan ini membahas seluruh aspek budi daya kemiri sunan dan agribisnisnya dari hulu hingga hilir.

Disadari bahwa belum semua informasi tentang kemiri sunan dapat kami kumpulkan seluruhnya. Namun, diharapkan sebagian besar informasi tentang budi daya kemiri sunan, potensinya sebagai bahan baku biodiesel, dan agribisnisnya dapat terpenuhi.

Kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk menyempurnakan informasi dalam buku ini sangat diharapkan. Semoga buku ini bermanfaat.

Bogor, November 2014
Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
I. PENDAHULUAN	1
II. POTENSI KEMIRI SUNAN SEBAGAI SUMBER BAHAN BAKAR NABATI	3
2.1. Potensi Kemiri Sunan.....	3
2.2. Karakteristik Minyak Kemiri Sunan	4
2.3. Biodiesel dari Minyak Kemiri Sunan	6
2.4. Pohon Industri Kemiri Sunan	9
2.5. Adaptasi Kemiri Sunan pada Berbagai Agroekosistem	12
2.6. Kemiri Sunan sebagai Tanaman konservasi	14
III. KARAKTERISTIK KEMIRI SUNAN	15
3.1. Taksonomi	15
3.2. Morfologi	15
IV. BUDIDAYA KEMIRI SUNAN	25
4.1. Syarat Tumbuh	25
4.2. Bahan Tanam	25
4.3. Penyiapan Lahan dan Penanaman	40
4.4. Pemeliharaan Tanaman	57
V. PANEN DAN PEGELOLAAN HASIL PANEN	67
5.1. Pemanenan Buah Segar (BS)	67
5.2. Pengolahan BS Menjadi Biji Kering	67
5.3. Pengupasan Kulit Biji	69
5.4. Pengepresan (Ekstraksi)	69
5.5. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kasar Kemiri Sunan	71
5.6. Penanganan Hasil Samping	76
VI. KEEKONOMIAN BERBAGAI POLA PENGEMBANGAN	77
6.1. Agribisnis Kemiri Sunan	77

6.2. Keekonomian pada Berbagai Pola Pembangunan	79
6.3. Program Pengembangan Kemiri Sunan	89
VII. PENUTUP	93
DAFTAR PUSTAKA	97
INDEKS	103

DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1.	Karakteristik beberapa jenis tanaman penghasil minyak nabati nonpangan 4
2.	Sifat fisiko kimia minyak kemiri sunan berdasarkan acuan yang telah dipublikasi 5
3.	Komposisi asam lemak minyak kemiri sunan 6
4.	Karakteristik Biodiesel kemiri sunan 10
5.	Analisis proksimat daging biji kemiri sunan 23
6.	<i>Road map</i> penyediaan benih kemiri sunan tahun 2014-2018 27
7.	Dosis dan jenis pupuk untuk bibit kemiri sunan di dalam polybag..... 33
8.	Spesifikasi bibit kemiri sunan umur 4 sampai 12 minggu 33
9.	Jenis dan takaran pupuk bibit hasil <i>grafting</i> 39
10.	Klasifikasi kemiringan lahan dan jenis teras 45
11.	Populasi tanaman pada berbagai jarak dan sistem tanam 53
12.	Jenis dan takaran pemupukan kemiri sunan 63
13.	Tingkat kelayakan produksi benih <i>grafting</i> , biji, dan biodiesel kemiri sunan 81
14.	Kelayakan produksi biodiesel kemiri sunan dengan harga jual Rp 5.500 per liter 83
15.	Kelayakan produksi biodiesel kemiri sunan dengan harga jual Rp 7.500 per liter 84
16.	Kelayakan berbagai skenario pola tanam kemiri sunan .. 87

DAFTAR GAMBAR

No.	halaman
1. Reaksi transesterifikasi trigliserida dengan metanol	8
2. Pohon industri kemiri sunan	11
3. Pertumbuhan vegetatif (a) dan pembungaan (b) kemiri sunan asal <i>grafting</i> umur 18 bulan setelah tanam di lahan kering iklim kering Nusa Tenggara Timur	13
4. Keragaan kemiri sunan asal biji/ <i>seedling</i> umur 8 bulan (a) dan 36 bulan (b) di lahan pasca tambang timah di Bangka Belitung	13
5. Pertumbuhan (a) dan perkembangan buah (b) kemiri sunan asal <i>grafting</i> umur 36 bulan setelah tanam di lahan kering masam Kabupaten Subang, Jawa Barat.	14
6. Habitus tanaman kemiri sunan: bentuk pohon (a) dan batang (b).....	16
7. Permukaan batang (a), sistem percabangan (b), dan lateks (c) kemiri sunan	16
8. Daun kemiri sunan: daun tua (A) dan daun muda (B)	18
9. Rangkaian bunga kemiri sunan	19
10. Bunga jantan (a), bunga betina (b), dan hermaprodit (c) pada tanaman kemiri sunan	20
11. Buah kemiri sunan (a), kulit buah (b), biji (c), dan daging biji atau kernel (d)	22
12. Bedengan tempat pengecambahan benih kemiri sunan .	29
13. Benih kemiri sunan yang menunjukkan perkembangan calon akar (<i>radicula</i>) yang normal (a) dan yang tidak normal (b).	30
14. Penataan polybag berisi kecambah kemiri sunan	31
15. Entres kemiri sunan yang telah dipotong daunnya dan siap dikemas	36
16. Ilustrasi proses penyambungan (<i>grafting</i>) benih kemiri sunan	37

17. Bibit hasil <i>grafting</i> di bawah naungan paranet (a) dan bibit hasil <i>grafting</i> siap tanam (b)	38
18. Pembukaan lahan hutan sekunder (a) dan lahan alang-alang (b)	42
19. Sketsa teknik pembuatan teras gulud	46
20. Sketsa teras individu (Tapak Kuda)	47
21. Sketsa dan contoh penerapan teras kredit	47
22. Sketsa pembuatan bangunan teras bangku	50
23. Sketsa teras kebun	51
24. Metode pengajiran pada lahan datar	54
25. Sketsa metode pengajiran pada lahan berlereng	54
26. Sketsa dan contoh lubang tanam untuk kemiri sunan	55
27. Sketsa penanaman dan contoh bibit kemiri sunan yang sudah ditanam	56
28. Cara menempatkan pupuk disekitar tanaman kemiri sunan	63
29. Hama ulat api pada tanaman kemiri sunan, larva (a), bekas serangan pada daun (b), dan pupa (c)	64
30. Hama ulat kantung pada tanaman kemiri sunan	64
31. Penyakit embun jelaga pada kemiri sunan dewasa (a) dan kemiri sunan muda (b)	65
32. Penyakit jamur upas pada tanaman dewasa	65
33. Buah kemiri sunan hasil panen	68
34. Pengeringan biji kemiri sunan di bawah sinar matahari ..	68
35. Pemisahan kernel dari biji secara manual (a) dan menggunakan mesin <i>decorticator</i> (b)	69
36. Pengepresan kernel kemiri sunan menggunakan hidrolik manual (a), hidrolik elektronik (b), dan dan screw press (c)	70
37. Minyak kasar (a) dan biodiesel (b) kemiri sunan	71
38. Diagram proses pembuatan biodiesel	73
39. Contoh beberapa tipe reaktor biodiesel	74
40. Biodiesel kemiri sunan B100 yang digunakan pada mobil diesel dan pompa air	75

41. Aneka produk dari limbah kemiri sunan seperti sabun opak dan sabun transparan (a), briket (b), tinta printer, (c) pupuk organik, dan biogas (e)	76
42. Sistem agribisnis kemiri sunan	78
43. Polatanam kemiri sunan TBM dengan jagung dan kacang tanah	88
44. Polatanam kemiri sunan TBM dengan kopi dan seraiwangi	89
45. Konsumsi energi per kapita nasional	91
46. Produksi, konsumsi, ekspor dan impor minyak Indonesia	92

I. PENDAHULUAN

Pembangunan ketahanan energi di Indonesia diprioritaskan untuk meningkatkan ketersediaan dan mempercepat diversifikasi energi. Meningkatnya impor minyak untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri dan meningkatnya harga minyak dunia mengharuskan pemerintah Indonesia menambah alokasi biaya untuk pengadaan bahan bakar minyak (BBM). Sejak tahun 2004 Indonesia sudah menjadi negara pengimpor minyak (*net oil importer*) karena kemampuan produksi minyak di dalam negeri tidak seimbang dengan kebutuhan. Di samping itu, meningkatnya harga gas alam cair (LPG), jumlah penduduk, dan tuntutan kesejahteraan rakyat mengharuskan pemerintah mengambil langkah untuk mendorong penggunaan energi alternatif.

Pemanfaatan energi yang cenderung berlebihan telah menyebabkan krisis energi yang berdampak luas pada masyarakat. Oleh karena itu, berbagai upaya perlu dilakukan untuk mencari bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui (*renewable*) dan ramah lingkungan. Upaya pemerintah dalam pengelolaan energi tercantum dalam Peraturan Presiden No. 79 Tahun 2014. Dalam Perpres No. 79 tahun 2014 tersebut peranan energi baru dan terbarukan dalam kurun waktu 10 tahun ke depan ditargetkan meningkat paling sedikit 23%, sementara peran minyak bumi kurang dari 25%. Pada tahun 2050, peranan energi baru dan terbarukan meningkat paling sedikit 31%, sementara peranan minyak bumi menjadi kurang dari 20%.

Kontribusi Kementerian Pertanian dalam mendukung program energi nasional tersebut adalah dengan cara menyediakan benih unggul tanaman penghasil bahan bakar nabati (BBN), cara budi daya yang tepat, teknik pascapanen yang efisien, dan penyuluhan kepada masyarakat seperti yang diamanatkan dalam Inpres No. 1 Tahun 2006. Di antara berbagai

jenis tanaman yang memiliki potensi sebagai tanaman penghasil BBN adalah Kemiri Sunan [*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw].

Budi daya kemiri sunan secara luas dalam bentuk perkebunan di Indonesia pertama kali dilakukan pada sekitar abad ke-18 oleh pedagang Tiongkok di daerah Cilongok dan Karawaci (Tangerang), Jawa Barat. Mereka menanam kemiri sunan untuk memenuhi ekspor kayu cina (*Chinese houtolie*). Ada dua jenis kayu cina yaitu *Aleurites fordii* asal Cina Tengah dan *A. montana* yang berasal dari Cina Tenggara.

Koleksi plasma nutfah kemiri sunan pertama kali dilakukan pada tahun 1927 di Kebun Percobaan (KP) Cimanggu, Bogor (Hamid 1991). Kebun koleksi ini sekarang berada di wilayah Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor. Kemiri sunan pada mulanya banyak ditanam di sekitar Bandung. Sekarang tanaman ini sudah menyebar ke beberapa tempat lain di Jawa Barat, seperti Garut, Sumedang, Majalengka, dan Cirebon (Wiriadinata 2007).

Sebagai komoditi yang baru dikembangkan, kegiatan penelitian kemiri sunan diarahkan pada berbagai aspek hulu hingga hilir, seperti penyediaan varietas unggul, teknologi perbanyakan, dan penanganan panen dan pasca panen.

Dalam kurun waktu lima tahun terakhir (2010-2014), telah dilepas empat varietas unggul lokal kemiri sunan, yaitu Kemiri Sunan 1, Kemiri Sunan 2, Kermindo 1, dan Kermindo 2. Minyak yang dihasilkan oleh kemiri sunan varietas Kemiri Sunan 2, Kermindo 1, dan Kermindo 2 memiliki rendemen minyak tinggi dan FFA rendah sehingga cocok untuk bahan baku biodiesel, sedangkan Kemiri sunan 1 untuk keperluan nonbiodiesel.

II. POTENSI KEMIRI SUNAN SEBAGAI SUMBER BAHAN BAKAR NABATI

2.1. Potensi Kemiri Sunan

Hingga saat ini sumber bahan baku utama untuk BBN yang paling siap adalah dari tanaman kelapa sawit. Dalam skala ekonomi tanaman ini sangat ekonomis, terbukti dari banyaknya tanaman ini dikembangkan di berbagai wilayah di Indonesia. Namun tanaman ini merupakan sumber minyak nabati untuk bahan pangan yang merupakan satu dari sembilan bahan pokok penduduk Indonesia. Jika minyak kelapa sawit terlalu banyak digunakan sebagai bahan baku biodiesel maka akan mengganggu stabilitas harga dan ketersediaan minyak makan di pasaran. Oleh karena itu, pengembangan tanaman penghasil BBN sedapat mungkin diarahkan ke tanaman yang bukan untuk pangan.

Badan Litbang Pertanian, sebagai salah satu unit pelaksana di bawah Kementerian Pertanian telah melakukan eksplorasi sumber daya genetik tanaman penghasil BBN nonpangan di seluruh Indonesia. Enam jenis tanaman penghasil BBN hasil eksplorasi dan telah ditanam di kebun koleksi adalah jarak pagar (*Jatropha curcas* L.), kemiri sunan [*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw], nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.), kosambi (*Schleichera oleosa*), pongamia (*Pongamia pinnata*), kepuh (*Sterculia foetida*), dan bintaro (*Cerbera manghas*) (Tabel 1).

Di antara keenam jenis tanaman tersebut, yang memiliki potensi hasil yang tinggi adalah kemiri sunan. Kandungan minyak di dalam daging biji (kernel) kemiri sunan sekitar 45-50%. Minyak kemiri sunan tidak dapat dikonsumsi karena mengandung 50% asam α -oleostearat yang bersifat racun. Satu pohon tanaman kemiri sunan yang sudah berumur 8 tahun mampu menghasilkan 100-150 kg kernel kering. Dengan potensi hasil seperti ini, apabila populasi 100-150 pohon per hektar, maka produksi

kernel mencapai 10-15 ton per hektar per tahun setara dengan 5-7,5 ton minyak nabati.

Tabel 1. Karakteristik beberapa jenis tanaman penghasil minyak nabati non pangan

Karakter	Jarak Pagar	Kemiri Sunan	Pongamia	Bintaro	Kosambi	Kepuh
Morfologi						
-Tinggi tanaman (m)	< 15	> 15	> 10	> 12	> 15	> 20
-Lebar kanopi (m)	< 1	> 10	> 15	< 5	> 20	> 15
Potensi hasil						
-Umur mulai berbuah	4-6 bln	4-6 th	4-5 th	4 th	4-5 th	8 th
-Produksi biji kering/pohon (kg)	3,2	150	9-10	4	28	70
-Umur ekonomis (tahun)	< 5	> 50	> 50	> 15	> 50	> 50
-Produksi minyak (ton/ha)	3	8,8	3,6	0,32	1,7	2,4

Sumber: Pranowo (2013)

Kemiri sunan adalah tanaman asli dari daerah Asia Tenggara dan memiliki adaptasi yang cukup luas, dapat dibudidayakan pada jenis tanah dan agroklimat yang beragam, mulai dari lahan kering iklim basah sampai lahan kering iklim kering (Burkill 1966; Purselglove 1988). Tanaman ini dapat tumbuh baik pada ketinggian 50 sampai 1.000 m di atas permukaan laut (dpl), pada tanah dengan tingkat kesuburan yang rendah, sampai dengan tanah laterit yang solumnya relatif dangkal.

Potensi lainnya yang dimiliki tanaman ini ialah kulit buah dan bungkil sisa ekstraksi berpotensi sebagai sumber atau bahan dasar dalam pembuatan pupuk organik dan pakan ternak. Sesuai dengan nama umumnya, yaitu kemiri racun buah dari tanaman ini mengandung bahan yang bersifat racun sehingga berpotensi dikembangkan sebagai bahan dasar biopestisida.

2.2. Karakteristik Minyak Kemiri Sunan

Minyak nabati dari kemiri sunan terdapat di dalam kernelnya. Minyak kemiri sunan diperoleh dengan cara ekstraksi dari kernelnya. Rendemen minyak di dalam kernel adalah 45-

50%. Karakter fisiko kimia minyak kemiri sunan disajikan pada Tabel 2. Minyak kemiri sunan mudah mengering dan termasuk salah satu jenis minyak yang memiliki ikatan rangkap (Ketaren, 1986).

Tabel 2. Sifat fisiko kimia minyak kemiri sunan berdasarkan tiga sumber acuan yang sudah dipublikasi

Parameter	Satuan	Nilai		
		1)	2)	3)
Densitas (25°C),	g/ml	0,89	0,9365	0,90
Viskositas	Cst	-	14,58	68,75
Titik nyala	°C	-	110-125	-
Bilangan asam	mg KOH/g	1,7	1,3	19,72
Bilangan peroksida	Meq O/100 g	-	13,46	-
Bilangan Iod	mg I/100 g	160	143	122,18
Bilangan penyabunan		192-200	201	180,45
Titik leleh	°C	2-4	-	-
Titik beku	°C	-6,5	-	-

Sumber : 1) Vossen dan Umali (2002)

2) Berry *et al.* (2009)

3) Herman dan Pranowo (2011)

Mutu minyak kemiri sunan ditentukan oleh varietas, teknologi budi daya, dan penanganan panen dan pascapanen. Varietas Kemiri Sunan 1 memiliki angka asam lemak bebas (ALB) yang relatif tinggi dibanding varietas Kemiri Sunan 2, Kermindo 1, maupun Kermindo 2. Atas dasar itu, Kemiri Sunan 1 tidak direkomendasikan untuk dikembangkan sebagai sumber bahan baku BBN.

Dari aspek penanganan panen, buah yang masih segar pada kondisi matang fisiologis memiliki mutu yang baik, kernelnya berwarna putih kekuningan. Pada kondisi seperti itu, minyak yang dihasilkan berwarna jernih kekuningan. Apabila buah hasil panen tidak segera diproses, kernelnya berwarna kecoklatan dan minyak yang dihasilkannya berwarna lebih gelap (kecoklatan sampai hitam) (Pranowo 2009).

Di samping untuk bahan baku biodiesel, minyak kemiri sunan dapat digunakan untuk bahan baku cat, vernis, dan biopestisida (Burkill, 1966). Minyak kemiri sunan bersifat racun karena mengandung asam α -oleostearat yang kadarnya mencapai 50% (Vosen dan Umali, 2002). Di samping asam lemak yang beracun tersebut, minyak ini mengandung senyawa trigliserida, seperti asam palmitat, asam oleat, dan asam linoleat (Tabel 3) yang berpotensi besar sebagai bahan baku industri oleokimia dan biopestisida (Burkill 1966). Hasil samping dari tanaman kemiri sunan adalah kulit buah, bungkil, dan gliserol berpotensi sebagai bahan baku pupuk organik, sabun, briket, dan biogas (Pranowo, 2013).

Tabel 3. Komposisi asam lemak minyak kemiri sunan

Jenis Asam Lemak	Komposisi (%)	
	1)	2)
Asam α -oleostearat	50	-
Asam linoleat	19	12,31
Asam oleat	12	10
Asam palmitat	10	8,32
Asam behenat	9	4,7
Asam stearat	-	3,73
Asam palmitoleat	-	1,28
Asam linoleat	-	0,29
Asam miristat	-	0,01

Sumber: 1). Vossen dan Umali (2002)

2). Berry, *et. al* (2009)

2.3. Biodiesel dari Minyak Kemiri Sunan

Berdasarkan karakter kimianya, minyak nabati dapat dikonversi menjadi methyl ester (biodiesel). Biodiesel memiliki prospek yang sangat baik untuk bahan bakar masa depan. Hal ini karena biodiesel di samping berasal dari bahan baku yang dapat diperbarui, juga memiliki kelebihan dibanding solar. Biodiesel

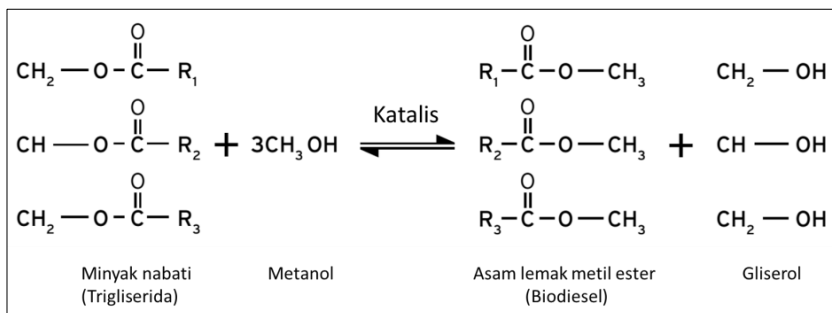
merupakan *renewable energy* karena terbuat dari bahan alam yang dapat diperbaharui. Kelebihan biodiesel dibanding solar ialah ramah lingkungan karena menghasilkan emisi yang jauh lebih baik (bebas sulfur dan *smoke number* rendah) (Rajan dan Kumar 2009), asap buangan biodiesel 75% lebih rendah dan tidak hitam, *Cetane number* lebih tinggi (>57) sehingga efisiensi pembakaran lebih baik dibandingkan dengan minyak solar, *biodegradable* (dapat terurai) karena lebih dari 90% biodiesel dapat terurai dalam 21 hari (Mudge dan Pereira, 1999; Speidel *et al.* 2000), mempunyai sifat pelumasan yang lebih baik sehingga umur ekonomis mesin dapat bertahan lebih lama, serta titik bakar lebih tinggi sehingga memudahkan dalam penyimpanan dan penanganan.

Biodiesel tidak membutuhkan tangki khusus sehingga dapat langsung digunakan pada mesin diesel tanpa modifikasi. Biodiesel dapat dicampur dengan solar (biosolar) dengan berbagai perbandingan. Secara relatif, bau dari gas buang biodiesel lebih baik, adakalanya bau gas buangnya seperti *pop corn* tergantung pada bahan baku yang digunakan. Biodiesel dapat mengurangi emisi gas buang, *particulate matter* (PM), *total hydrocarbon* (THC), dan *carbon monoxide* (CO), tetapi menambah *nitrogen oxides* (NOx) (Knothe *et al.* 2006; Lopez *et al.* 2009). Biodiesel mengandung sulfur yang lebih rendah, sehingga tidak terlalu banyak mengeluarkan zat toksik (Harrington 1986; USEPA 2002).

Minyak nabati dari kemiri sunan melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi dikonversi menjadi methyl ester (biodiesel). Hasil samping dari proses tersebut adalah gliserol. Proses esterifikasi dan transesterifikasi dilakukan dalam tabung reaktor. Dimensi dan volume tabung disesuaikan dengan ketersediaan bahan baku dan sumberdaya lainnya seperti tenaga kerja dan sumber energi.

Esterifikasi adalah tahap konversi dari ALB menjadi ester, biasanya dilakukan untuk minyak dengan nilai ALB tinggi (> 3 mg

KOH/g). Proses tersebut diikuti dengan transesterifikasi yaitu konversi dari minyak nabati (trigliserid) menjadi methyl ester dengan bantuan katalis alkohol (Sarin 2012; Hambali *et al.* 2007). Proses transesterifikasi pada dasarnya bertujuan mengubah [tri, di, mono] gliserida berberat molekul dan berviskositas tinggi menjadi asam lemak methyl ester (*Fatty Acid methyl ester/FAME*). Proses ini menghasilkan methyl ester dan hasil samping berupa gliserol. Gliserol dapat digunakan sebagai bahan sabun yang berfungsi sebagai pelembap kulit. Reaksi transesterifikasi dalam pembuatan biodiesel disajikan pada Gambar 1.



Sumber: Demirbas (2008)

Gambar 1. Reaksi transesterifikasi trigliserida dengan metanol

Katalis yang digunakan dalam proses transesterifikasi meliputi dua jenis, yaitu katalis basa dan asam. Katalis basa lebih sering digunakan daripada katalis asam karena reaksinya lebih cepat (Fukuda *et al.*, 2001), suhu reaksi lebih rendah, dan tingkat konversi lebih tinggi dibandingkan katalis asam. Katalis basa yang sering digunakan antara lain sodium hidroksida (NaOH), natrium metoksida (KOH), potassium hidroksida (NaOCH₃), dan potassium metoksida (CH₃OK) (Sarin 2012).

Konversi minyak nabati menjadi methyl ester umumnya dilakukan melalui proses transesterifikasi satu tahap. Hasil penelitian Pranowo (2009), menunjukkan memproduksi biodiesel melalui proses transesterifikasi belum memenuhi standar mutu yang dipersyaratkan dalam SNI. Beberapa parameter yang belum memenuhi persyaratan SNI antara lain viskositas kinematik, gliserol total, dan kadar alkil ester. Oleh karena itu, Ainillah dan Pranowo (2012) melakukan proses produksi biodiesel dari minyak kemiri sunan melalui proses transesterifikasi dua tahap. Melalui proses ini dihasilkan mutu biodiesel yang mutunya lebih baik, sehingga memenuhi standar mutu SNI 7182:2012, kecuali parameter residu karbon (Tabel 4).

Secara umum parameter yang menjadi standar mutu biodiesel adalah densitas, titik nyala, angka setana, viskositas kinematik, abu sulfat, energi yang dihasilkan, bilangan iod, dan residu karbon. Residu karbon yang masih tinggi karena belum dilakukan filterisasi. Biodiesel dari minyak kemiri sunan memiliki karakteristik yang mirip dengan solar sehingga dapat digunakan langsung pada mesin diesel tanpa modifikasi khusus.

2.4. Pohon Industri Kemiri Sunan

Pengembangan kemiri sunan akan menumbuhkan aktivitas bisnis dari hulu sampai ke hilir. Untuk menggambarkan aktifitas yang dapat tumbuh pada setiap tahapan pengembangan diilustrasikan melalui “pohon industri” seperti pada Gambar 2.

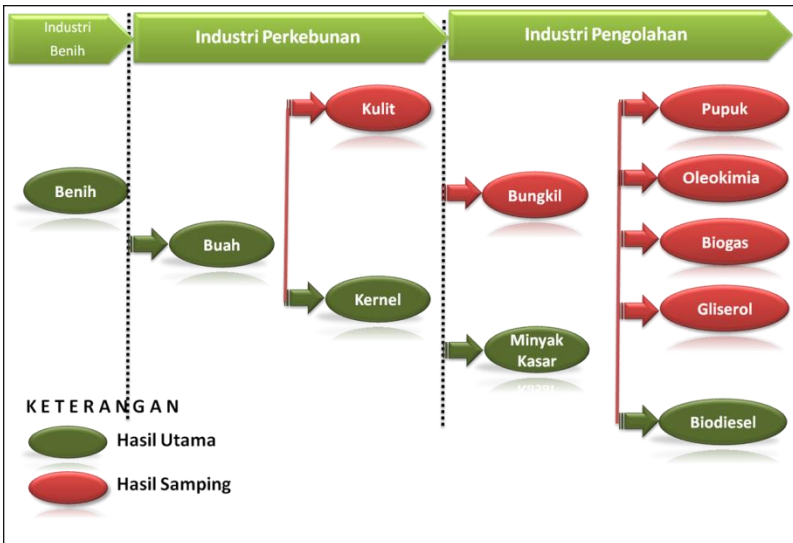
Tabel 4. Karakteristik biodiesel kemiri sunan

Parameter dan satuannya	Batas nilai	Batas nilai	Hasil pengujian
	(SNI 7182:2006)	(SNI 7182:2012)	
Massa jenis pada 40 °C, kg/m ³	850–890	850–890	881,2
Viskositas kinematik pada 40 °C, mm ² /s (cSt)	2,3–6,0	2,3–6,0	4,4
Angka setana	min. 51	min. 51	53,9
Titik nyala (mangkok tertutup), °C	min. 100	min. 100	129,5
Titik kabut, °C	maks. 18	maks. 18	12
Korosi bilah tembaga (3 jam, 50 °C)	maks. no. 3	maks. no. 1	No. 1.b
Residu karbon (%-b), - dalam contoh asli	maks. 0,05	maks. 0,05	0,1298*
Air dan sedimen, %-vol.	maks. 0,05	maks. 0,05	0
Abu tersulfatkan, %-b	maks. 0,02	maks. 0,02	0,02
Belerang, ppm-b (mg/kg)	maks. 100	maks. 100	13
Fosfor, ppm-b (mg/kg)	maks. 10	maks. 10	0,98
Angka asam, mg-KOH/g	maks. 0,8	maks. 0,6	0,1044
Gliserol bebas, %-b	maks. 0,02	maks. 0,02	0,0091
Gliserol total, %-b	maks. 0,24	maks. 0,24	0,2086
Kadar ester alkil, %-b	min. 96,5	min. 96,5	99,56
Angka iodium, %-b (g-I ₂ /100 g)	maks. 115	maks. 115	95,24
Uji Halphen	negatif	-	Negatif
Nilai kalor, MJ/Kg	-	-	39,7758

Sumber: Aunillah dan Pranowo (2012)

Proses produksi biodiesel kemiri sunan diawali dari penyediaan benih unggul dan bermutu. Benih unggul merupakan syarat utama keberhasilan usaha tani kemiri sunan agar dapat memproduksi optimal dan kadar minyak tinggi. Buah hasil panen dikupas kulit buah dan kulit bijinya (tempurung) sehingga diperoleh kernel sebagai hasil utama dan kulit buah dan kulit biji sebagai hasil samping. Kernel kemudian diproses melalui pengepresan sehingga menjadi minyak kasar. Hasil samping proses ini adalah bungkil kemiri sunan yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik dan biogas. Melalui proses transesterifikasi, minyak kasar dapat dijadikan biodiesel. Selain biodiesel juga diperoleh gliserol yang juga memiliki nilai ekonomi

tinggi. Proses ini merupakan suatu rantai produksi seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pohon industri kemiri sunan

Pohon industri harus dilihat secara menyeluruh mulai dari hulu sampai ke hilir sebagai suatu sistem agribisnis dan agroindustri. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa sistem agribisnis – agroindustri melibatkan setidaknya tiga industry, yaitu industri perbenihan, industri perkebunan, dan industri pengolahan. Ketiga industri ini harus selalu terintegrasi satu sama lain karena satu industri akan sangat memengaruhi industri lainnya. Kegagalan dalam satu klaster industri akan mengganggu proses pada klaster industri lainnya. Dengan kata lain, jika proses pada pohon industri tersebut tidak berjalan dengan baik, maka keberhasilan pengembangan kemiri sunan tidak akan dapat berjalan dengan baik.

2.5. Adaptasi Kemiri Sunan pada Berbagai Agroekosistem

Kemiri sunan memiliki daya adaptasi yang cukup luas karena tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada berbagai kondisi agroekosistem. Hingga saat ini, populasi kemiri sunan yang tumbuh di Indonesia masih terkonsentrasi di Kabupaten Garut dan Majalengka, Jawa Barat. Kondisi agroekosistem di kedua kabupaten tersebut tergolong iklim basah. Pada kondisi agroekosistem tersebut, kemiri sunan tumbuh dan berproduksi dengan baik serta memiliki kadar minyak yang cukup tinggi.

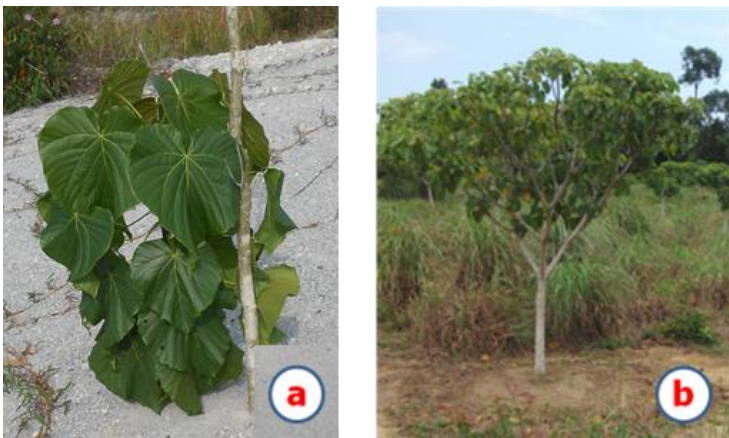
Pengembangan kemiri sunan ke berbagai wilayah yang memiliki agroekosistem lahan kering telah dilakukan sejak tahun 2010. Pada kondisi agroekosistem lahan kering yang relatif ekstrem, pengujian menunjukkan hasil yang cukup memuaskan, seperti di lahan kering iklim kering dengan kondisi tanah berbatu di Nusa Tenggara Timur (Gambar 3). Dari pertumbuhan vegetatif dan generatif, tanaman yang diuji menunjukkan adaptasi tanaman ini sangat baik dengan pengelolaan mengikuti teknologi budidaya anjuran. Kondisi ekstrem lainnya yaitu yang dapat beradaptasi dengan baik pada lahan bekas tambang timah di Bangka Belitung (Gambar 4). Kemiri sunan yang ditanam di tanah pasir bekas tambang timah dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik. Demikian juga dengan pengujian di lahan kering masam di Kabupaten Subang, Jawa Barat (Gambar 5).

Foto: D. Pranowo



Gambar 3. Pertumbuhan vegetatif (a) dan pembungaan (b) kemiri sunan asal *grafting* umur 18 bulan setelah tanam di lahan kering iklim kering Nusa Tenggara Timur

Foto: D. Pranowo



Gambar 4. Keragaan kemiri sunan asal biji (*seedling*) umur 8 bulan (a) dan 36 bulan (b) di lahan bekas tambang timah di Bangka Belitung



Gambar 5. Pertumbuhan (a) dan perkembangan buah (b) kemiri sunan asal *grafting* umur 36 bulan setelah tanam di lahan kering masam Kabupaten Subang, Jawa Barat.

2.6. Kemiri Sunan sebagai Tanaman Konservasi

Habitus tanaman berbentuk pohon dengan mahkota yang sangat rindang, daun dan ranting yang banyak, dan perakaran yang dalam sangat baik untuk digunakan sebagai tanaman konservasi dan reklamasi lahan.

Sistem perakaran kemiri sunan mempunyai kapasitas mengikat tanah secara kuat dan kapasitas memegang air (*water holding capacity*) yang tinggi.

Ukuran daunnya yang lebar dengan pertumbuhannya yang relatif cepat dan rimbun dapat mengikat karbondioksida dan menghasilkan oksigen yang banyak serta dapat menahan percikan air hujan yang besar sehingga bahaya *run-off* dapat dikurangi sampai seminimal mungkin. Daun yang luruh menjelang pembungaan sangat potensial sebagai sumber bahan organik untuk memperbaiki kesuburan tanah. Demikian juga dengan batangnya yang keras dan kokoh dapat menahan terpaan angin (*wind breaker*) yang besar sekalipun.

III. KARAKTERISTIK KEMIRI SUNAN

3.1. Taksonomi

Kemiri sunan termasuk tanaman kemiri racun (Pusat PVT, 2009), berasal dari daerah Asia Tenggara (Burkill 1966; Purseglove, 1981).

Klasifikasi tanaman kemiri sunan menurut Wiriadinata (2007) adalah sebagai berikut:

Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Malpighiales
Famili	: Euphorbiaceae
Sub famili	: Crotonoideae
Genus	: <i>Reutealis</i> sinonim <i>Aleurites</i>
Spesies	: <i>Reutealis trisperma</i> (Blanco) Airy Shaw, Sinonim <i>Aleurites trisperma</i> .

3.2. Morfologi

3.2.1. Habitus Tanaman

Habitus tanaman ini berbatang tunggal, bentuk batang silindris, permukaan kulit batang kasar, berwarna abu-abu sampai kehitaman (Gambar 6 dan 7). Permukaan kulit batang tanaman yang masih muda lebih halus dan licin, berwarna kecoklatan.

Tinggi pohon kemiri sunan dapat mencapai 15 m dan lingkaran batangnya 1,95-2,34 m (Syafaruddin dan Wahyudi 2012). Pertumbuhan tanaman kemiri sunan termasuk cepat. Tanaman yang berumur 2 tahun di lapangan tingginya dapat mencapai 1,25-3 m.

3.2.2. Sistem percabangan

Sistem percabangan tanaman kemiri sunan agak unik. Jumlah cabangnya umumnya tiga, walaupun kadang-kadang 4-5 buah. Percabangan secara alami membentuk segitiga secara simetris (Gambar 7b). Pada bagian kulit batang dan cabang keluar lateks berwarna merah (Gambar 7c). Pada tanaman berumur 1-3 tahun, jarak antar cabang dapat mencapai 0,25-1 m.



Gambar 6. Habitus tanaman kemiri sunan: bentuk pohon (a) dan batang (b).



Gambar 7. Permukaan batang (a), sistem percabangan (b), dan lateks (c) kemiri sunan.

Kemiri sunan mampu meregenerasi percabangannya apabila dipangkas atau patah. Semua cabang bersifat *oligotrof*, artinya cabang memiliki kemampuan tumbuh secara vertikal apabila tidak ada faktor yang memengaruhinya, khususnya cahaya matahari.

Cabang primer pertama kali akan tumbuh pada umur tanaman sekitar 8-12 bulan. Apabila bahan tanam berasal dari biji (*seedling*), cabang primer akan terbentuk pada posisi ketinggian 75-100 cm dari permukaan tanah dan berjumlah 3-4 cabang (Pranowo dan Rusli, 2012).

Dari setiap cabang primer akan keluar 3-4 cabang sekunder. Setiap cabang sekunder akan tumbuh 3-4 cabang tersier, dan seterusnya. Pada tanaman muda hingga umur 3-4 tahun, cabang primer, sekunder atau tersier dapat dipertahankan masing-masing tiga cabang. Namun, secara alami dari 3 atau 4 cabang sekunder atau tersier yang tumbuh, hanya 1-2 cabang yang akan bertahan hidup, dan seterusnya. Pada ranting paling ujung akan tumbuh tiga cabang yang potensial menghasilkan bunga dan buah.

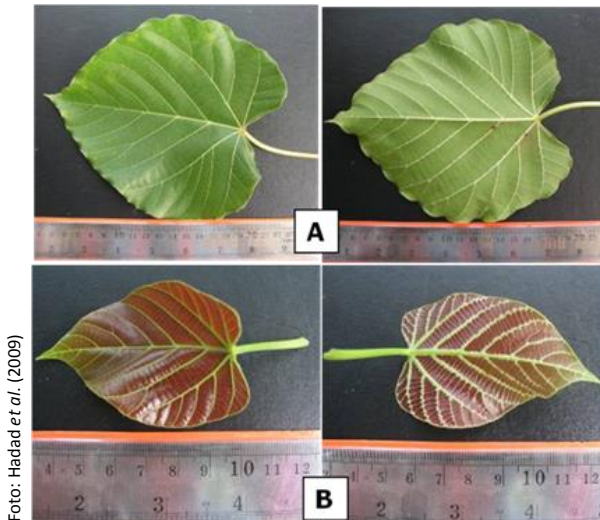
3.2.3. Sistem Perakaran

Kemiri sunan memiliki akar tunjang yang menembus ke dalam tanah (Heyne, 1987). Sistem perakaran kemiri sunan memiliki karakteristik khas tanaman famili Euphorbiaceae, yaitu akarnya berkembang secara progresif sehingga mampu menarik dan menyerap air serta unsur hara dalam lingkungan yang luas (Sunanto 1994).

Dari setiap akar tunjang akan tumbuh akar lateral yang akan membentuk akar rambut pada ujungnya. Penetrasi akar tunjang dan penyebaran akar lateral di dalam tanah dapat mencapai dua kali dari lebar tajuknya (Paimin 1997). Namun, pertumbuhan akar lateral dan akar rambut terkonsentrasi pada kedalaman satu meter dari permukaan tanah.

3.2.4. Daun

Daun kemiri sunan disangga oleh tangkai daun yang panjangnya 14-21 cm dan lebarnya 13–20 cm yang melekat pada batang atau cabang dengan susunan melingkar tidak berpasangan. Bentuk daun menjatung (*cordata*), tulang daun menyirip, tekstur permukaannya halus. Panjang dan lebar daun bergantung pada varietas, umur tanaman, dan letak daun (Hadad *et al.* 2009). Daun pada tanaman muda ukurannya lebih besar dibandingkan daun pada tanaman yang sudah tua (Gambar 8). Daun yang mendapat sinar matahari penuh berukuran yang lebih luas dibanding daun yang terlindung. Daun tumbuh dan berkembang pada setiap ranting di ujung cabang. Jumlah daun 13–21 helai per ranting. Warna daun muda bervariasi dari merah, merah kecokelatan, hingga hijau muda bergantung pada varietasnya.



Gambar 8. Daun kemiri sunan: daun tua (A) dan daun muda (B)

3.2.5. Bunga

Bunga kemiri sunan berada pada setiap ujung ranting. Berbentuk rangkaian bunga atau *inflorescence* (Gambar 9). Infloresensia kemiri sunan termasuk tipe *panicle* yang terdiri atas tangkai bunga (Gambar 9-1), cabang primer (Gambar 9-2), dan cabang sekunder (Gambar 9-3 dan Gambar 9-4) seperti pada bunga mangga (Ajjiah *et al.* 2009).

Kemiri sunan yang dibudidayakan secara baik, khususnya yang menggunakan bahan tanam yang berasal dari hasil *grafting*, pada umur 3 tahun sudah mulai berbunga dan saat berbunganya sangat bergantung pada varietas dan keadaan iklim. Kemiri sunan berbunga dan menghasilkan buah sekali dalam setahun yang umumnya terjadi pada akhir musim hujan. Walaupun demikian, beberapa tanaman kemiri sunan yang beradaptasi di daerah Garut dan Majalengka, Jawa Barat dapat berbunga dan menghasilkan buah tiga kali dalam dua tahun dan dapat berbuah di luar musim maka jumlahnya sedikit.



Gambar 9. Rangkaian bunga kemiri sunan

Mahkota bunga kemiri sunan berwarna putih hingga kemerahan, putiknya berwarna kuning muda dengan ovarium berwarna hijau serta benang sari berwarna putih kekuningan (Ajjiah *et al.* 2009). Satu rangkaian bunga, terdiri atas bunga jantan dan bunga betina, namun terkadang terdapat hanya

bunga jantan saja atau hanya bunga betina saja, atau terdapat kedua-duanya (*hermaprodite*) (Gambar 10).



Gambar 10. Bunga jantan (a), bunga betina (b), dan hermaprodit (c) pada tanaman kemiri sunan.

Ukuran bunga betina lebih besar dari bunga jantan. Bunga betina terdiri atas 5-7 daun mahkota bunga yang berwarna putih, lima kelenjar *nektar* yang kecil, tiga buah tangkai putik yang pendek dengan masing-masing dua stigma yang terbelah dua, dan tiga ruang bakal buah dengan satu bakal biji yang anatrop untuk tiap ruangnya.

Bunga jantan mempunyai 8-12 benang sari dengan pangkal benang sari menempel pada mahkota bunga dan bersatu menjadi tiang berbentuk kerucut, berambut kasar, memiliki 2-3 kelopak, lima daun tajuk yang berwarna putih, dan mempunyai lima benang sari yang kerdil.

Bunga jantan dan betina kadang-kadang terdapat pada malai bunga yang berbeda. Malai bunga jantan tidak mempunyai daun. Jumlah malai jantan bisa mencapai ratusan pada setiap bunga. Pada pangkal malai bunga betina terdapat daun. Jumlah malai dalam satu bunga betina bisa puluhan.

Pada tanaman yang masih muda, persentase bunga jantannya lebih banyak dibandingkan dengan bunga betinya.

Namun, pada tanaman yang sudah dewasa jumlah bunga jantan dan betina seimbang.

Kemiri Sunan termasuk tanaman *trimonoecious* atau *monoeco-polygamus*, yaitu bunga hermaprodit, jantan, dan betina terdapat dalam satu pohon. Tanaman kemiri sunan berbunga mulai bulan April dan mencapai puncaknya pada bulan Juni-Agustus. Buah dapat dipanen pada bulan Oktober sampai Maret, serta membutuhkan waktu 6 bulan dari awal masa pembungaan sampai panen buah.

Penyerbukan pada bunga kemiri sunan umumnya dilakukan oleh serangga, tetapi dapat juga dengan bantuan oleh angin (Ajijah *et al.* 2009). Bunga betina yang tidak dibuahi umumnya akan rontok, namun bila terjadi pembuahan, buah akan mencapai ukuran sempurna pada umur 18 minggu. Pembentukan bunga pada tanaman kemiri sunan membutuhkan musim kemarau yang tegas, bila setelah penyerbukan jatuh hujan maka bunga tersebut akan gugur.

3.2.6. Buah

Buah kemiri sunan bersifat terminal, artinya buah berada pada ujung cabang dan ranting. Buah kemiri sunan terbentuk setelah 3-4 bulan sejak mekar. Buah kemiri sunan mencapai kematangan dan akan mulai berjatuhan setelah 5 bulan dari saat pembuahan. Jumlah buah per tandan antara 5-13 buah. Buah berbentuk bulat hingga bulat telur, berbulu lembut, agak pipih. Setiap buah memiliki 3-4 ruang yang berisi biji (Herman dan Pranowo, 2011; Syafaruddin dan Wahyudi 2011). Buah berwarna hijau waktu muda, setelah matang berwarna hijau kekuningan sampai kecokelatan. Kulit buah tebalnya sekitar 3-5 mm dan membungkus biji di dalamnya. Buah masak mempunyai ukuran lebar 5-7 cm dan panjang 5-6 cm.

Biji kemiri sunan terbungkus kulit biji menyerupai tempurung dengan permukaan luar yang sedikit licin. Tempurung biji ini tebalnya sekitar 1-2 mm, berwarna coklat atau

kehitaman. Biji kemiri sunan memiliki bentuk membulat. Diameter daging biji mencapai 23-27 mm. Di dalam biji terdapat daging (kernel) berwarna putih yang kaku (endosperm dengan kotiledon di dalamnya). Secara keseluruhan, bagian-bagian buah meliputi kulit, daging buah (mesokarp), kulit biji (tempurung), dan daging biji (kernel).



Foto: M. Herman

Gambar 11. Buah kemiri sunan (a), kulit buah (b), biji (c), dan daging biji atau kernel (d).

Herman dan Pranowo (2011) menyatakan bahwa komposisi komponen buah kemiri sunan terdiri atas kulit buah 62-68%, tempurung biji 11-16%, dan kernel 16-27%. Sementara itu Berry *et al.* (2009) mengemukakan bahwa kulit biji dan kernel masing-masing 35,1% dan 64,9%. Kernel apabila diekstrak akan menghasilkan minyak kasar dengan rendemen 45-51% minyak kasar kemiri sunan mengandung 50% asam α -oleostearat yang bersifat racun (Vosen dan Umali 2002), sehingga berpotensi sebagai pestisida nabati (Burkill 1966). Kadar air, minyak, serat, protein, abu dan karbohidrat secara lengkap telah dianalisis oleh Berry *et al.* (2009) seperti disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis proksimat daging biji kemiri sunan

Komposisi	Nilai
Air (% berat)	10,23
Minyak (% db)	51,34
Serat (% db)	7,29
Protein (% db)	17,06
Abu (% db)	3,30
Karbohidrat (by difference)	10,78

Sumber: Berry *et al.* (2009)

Minyak kemiri sunan termasuk minyak yang memiliki ikatan rangkap sehingga mudah mengering sehingga berpotensi sebagai bahan pelapis cat kapal (Jamieson dan Mckinney 1935; Ketaren 1986; Vosen dan Umali 2002).

IV. BUDIDAYA KEMIRI SUNAN

4.1. Syarat Tumbuh

4.1.1. Iklim

Kemiri sunan umumnya tumbuh pada ketinggian tempat 50-1.000 m di atas permukaan laut (dpl). Kondisi iklim memengaruhi produksi biji kemiri sunan. Biji dengan kandungan minyak paling baik dihasilkan oleh tanaman yang tumbuh pada ketinggian 700 m dpl, kondisi iklim agak kering sampai basah, curah hujan 1.500-2.500 mm/tahun dengan bulan kering yang tegas selama 3-4 bulan, suhu udara 24°-30°C, kelembapan udara 71-88%, dan lama penyinaran matahari lebih dari 2.000 jam/tahun. Tanaman ini dapat beradaptasi dan berproduksi baik pada kondisi curah hujan yang lebih tinggi, seperti di Garut yang mempunyai curah hujan tahunan 2.681 mm/tahun atau di Majalengka dengan curah hujan 4.172 mm/tahun (Supriadi *et al.* 2009).

4.1.2. Tanah

Tanaman kemiri sunan dapat tumbuh pada kondisi jenis tanah yang beragam, seperti tanah berkapur, podsolik, latosol, regosol, dan aluvial. Namun, pertumbuhan yang baik pada tanah dengan solum agak dalam (> 0,5 m), tekstur lempung sampai lempung berpasir, kedalaman air tanah > 1 m, drainase baik, dan pH tanah netral sampai agak masam.

4.2. Bahan Tanam

4.2.1. Sumber Benih

Beberapa varietas kemiri sunan unggul, seperti Kemiri Sunan-1, Kemiri Sunan-2, Kermindo 1, dan Kermindo 2 telah dilepas oleh Kementerian Pertanian. Keempat varietas tersebut merupakan hasil seleksi dari Pohon Induk Terpilih (PIT) yang ada

di Majalengka dan Garut.Keunggulan varietas tersebut ialah memiliki rendemen minyak, produksi biji, dan bobot kernel yang tinggi. Kualitas biji varietas Kemiri Sunan 2, Kermindo 1, dan Kermindo 2 lebih sesuai untuk bahan baku biodiesel, sedangkan varietas Kemiri Sunan 1 hanya dapat digunakan untuk keperluan penghijauan dan bijinya untuk bahan baku non biodiesel, seperti bahan sabun dan industri oleokimia lainnya.

Untuk mendukung pengembangan varietas unggul, telah dilakukan pengumpulan plasma nutfah kemiri sunandari seluruh Indonesia sejak tahun 1927 dan hasil koleksi sudah ditanam di Kebun Percobaan (KP) Cimanggu, Bogor (Hamid, 1991). Pada tahun 2010 telah dilakukan eksplorasi plasma nutfah kemiri sunan di Jawa Barat dan diperoleh 17 aksesori dari Garut dan Majalengka.Aksesori tersebut sudah dikoleksi di Kebun Pakuwon, Sukabumi.

Sembilan blok penghasil tinggi (BPT) tanaman kemiri sunan di Jawa Barat telah ditetapkan melalui Surat Keputusan Kepala Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Barat pada tanggal 5 April 2010 dengan Nomor 525/540/BP2MB/2010 dan Nomor 525/541/BP2MB/2010. Tujuh BPT kemiri sunan terdapat di Kabupaten Majalengka dan dua BPT di Kabupaten Garut.

Kementerian Pertanian melalui Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan telah menyusun *roadmap* penyediaan bibit kemiri sunan sampai tahun 2018 seperti pada Tabel 6.*Roadmap* tersebut disusun berdasarkan ketersediaan kebun induk, BPT dan PIT, serta penangkar yang tercatat hingga akhir tahun 2014. Pada akhir tahun 2018, diharapkan akan tersedia 236,41 juta bibit kemiri sunan untuk memenuhi kebutuhan pengembangan seluas 1,26 juta hektar di seluruh Indonesia. Dalam lima tahun ke depan, akan dihasilkan sebanyak 47,28 juta bibit kemiri sunan untuk pengembangan kemiri sunan seluas 252 ribu hektar per tahun.

Tabel 6. Roadmap penyediaan bibit kemiri sunan tahun 2014-2018

No.	Sumber Bibit	Luas	Populasi	Potensi produksi bibit (000 bibit)					Jumlah
				2014	2015	2016	2017	2018	
A.	Kebun Induk								
1.	BPT/PIT*	7 BPT	180 pohon	720	720	720	720	720	3.600
2.	NTT (Bajawa)	50 ha	8.850 pohon	-	17.700	35.400	53.100	70.800	177.000
3.	Jabar (Subang)	5 ha	780 pohon	-	1.560	3.120	4.680	6.240	15.600
4.	Babel	7 ha	1.050 pohon	-	2.100	4.200	6.300	8.400	21.000
5.	Puslitbangun	11 ha	1.430 pohon	-	580	1.100	1.680	4.080	7.440
	Jumlah A	80,2 ha	12.290 pohon	720	22.660	44.540	66.480	90.240	224.640
B.	Penangkar bibit								
6.	Jabar			630	1.212	1.212	1.212	1.212	5.478
7.	Babel			40	40	40	40	40	200
8.	Puslitbangun			1.273	1.205	1.205	1.205	1.205	6.092
	Jumlah B			1.943	2.457	2.457	2.457	2.457	11.770
	Jumlah A+B			2.663	25.117	46.997	68.937	92.697	236.410
	Proyeksi Luasan Pengembangan (ribu ha)			14,20	133,96	250,65	367,66	494,38	1.260,85
	Proyeksi Luasan Pengembangan (kumulatif ribu ha)			14,20	148,16	398,81	766,47	1.260,85	

Sumber: Data diolah dari berbagai sumber

*BPT: Blok penghasil tinggi; PIT: Pohon induk terpilih

4.2.2. Perbanyak bahan tanam

4.2.2.1. Perbanyak Secara Generatif

Biji untuk benih diambil dari pohon terpilih (PT) di dalam blok penghasil tinggi (BPT). Pohon induk yang baik memiliki sistem perakaran yang dalam, batang kekar dan besar, serta mahkota daun lebar dan rindang.

Persyaratan teknis biji untuk benih unggul adalah

- a) Berasal dari buah matang fisiologis
- b) Bentuk normal
- c) Tingkat kemurnian > 70%
- d) Berat biji per butir 100-120 g
- e) Kulit biji berwarna coklat atau coklat kehitaman
- f) Kadar air 7-9%.
- g) Daya kecambah > 80%.

a. *Penyiapan bibit kemiri sunan*

(1) Tempat persemaian: Persemaian digunakan sebagai tempat untuk mengecambahkan biji kemiri sunan. Tempat persemaian dan pembenihan berupa bedengan pada tanah datar, tidak ternaungi, dekat jalan, drainase baik, tidak tergenang, dekat dengan sumber air atau memiliki fasilitas pengairan yang baik, dan aman dari gangguan ternak dan hewan lainnya.

Ukuran bedengan lebar 1 m, panjang 1,5-2 m, dan tinggi 15-20 cm (Gambar 12). Setiap bedengan dipisahkan dengan parit irigasi selebar 20-40 cm yang berfungsi sebagai saluran pembuangan air dan jalan kontrol.

Tanah bagian atas (*top soil*) dalam bedengan diolah, digemburkan, dan dihaluskan serta dibersihkan dari sampah dan sisa-sisa akar. Selanjutnya, tanah dicampur dengan sekam padi, serbuk gergaji atau pasir dengan perbandingan 1:1.

(2) **Pengecambahan.** Biji kemiri untuk benih direndam di dalam air yang mengandung fungisida 0,2% selama 24 jam. Benih yang tenggelam, berarti kualitasnya baik, diambil untuk dikecambahkan pada bedengan. Benih ditempatkan dalam lubang tanam dengan kedalaman ± 2 cm dan jarak tanam 5 x 5 cm. Permukaan bedengan ditutup dengan mulsa jerami padi atau alang-alang. Bedengan disiram sampai basah setiap hari, tetapi tidak sampai tergenang.

(3) **Seleksi kecambah.** Biji kemiri yang normal perkecambahannya terlihat ada retakan pada permukaannya, dan calon akar (*radicula*) tumbuh dengan beberapa akar lateral (Gambar 13). Sebaliknya, benih yang tidak bermutu terlihat berjamur, calon akarnya kerdil atau terlalu panjang melebihi diameter bijinya. Kecambah yang normal diambil dari bedengan, kemudian ditanam dalam polybag pembibitan.



Gambar 12. Bedengan tempat pengecambahan benih kemiri sunan



Gambar 13. Benih kemiri sunan yang memiliki calon akar (*radicula*) yang normal (a) dan yang tidak normal (b).

b. Pembibitan

(1) Ukuran polybag. Gunakan polybag yang telah dilipat bagian bawahnya supaya kalau telah diisi media, polybag dapat berdiri tegak. Ukuran polybag adalah tebal 0,15 mm, lebar 20 cm, panjang 25 cm, dan berwarna hitam. Polybag dilubangi sebanyak empat baris lubang berjarak 5 cm. Posisi lubang dimulai dari bagian tengah sampai polybag bagian bawah.

Polybag disusun berbentuk segi-empat dengan jarak antar poros ± 24 cm. Untuk ukuran polybag 20 cm x 25 cm, jumlah polybag akan mencapai 16 buah per m^2 .

Dalam 1 ha areal pembenihan, lahan efektif untuk polybag 8.000 m^2 atau 80% dari total luas areal, sisanya seluas 2.000 m^2 atau 20% digunakan untuk jalan kontrol maupun parit drainase. Satu hektar lahan dapat menampung ± 128.000 bibitkemiri sunan.

(2) Media Tanam. Media tanam untuk pembibitan kecambah kemiri sunan dimasukkan ke dalam polybag. Tanah untuk media tanam diambil dari lapisan atas (*top soil*), disaring dengan ayakan ukuran lubang 1,0 cm x 1,0 cm, dan dicampur

dengan pupuk kandang dan pasir atau sekam dengan perbandingan 1:1:1. Apabila tanah yang digunakan untuk media pembibitan cukup gembur, komposisi media perbandingan tanah dan pupuk kandang dengan 1:1.

(3) Pengisian dan Penataan Polybag. Polybag diisi penuh dengan media tanam. Isi media tanam di dalam polybag dengan cara digoncang sampai tidak tampak kerutan atau lekukan pada permukaan polybag. Polybag ditata membentuk suatu bedengan berukuran 1-1,5 m berisi 7-10 polybag (Gambar 14). Setiap bedengan diberi label yang menunjukkan tanggal tanam, jumlah benih, dan asal benih. Polybag disiram supaya media tanah di dalamnya menjadi stabil dan lembap.



Foto: D. Pranowo

Gambar 14. Penataan polybag berisi kecambah kemiri sunan

(4) Penanaman Kecambah dan Perawatan. Sebelum ditanami kecambah, media tanam di dalam polybag perlu dipastikan dalam keadaan lembap, tidak kering. Untuk itu, media tanam perlu disiram dengan air sampai jenuh yang ditandai dengan

adanya air yang menetes dari lubang perforasi pada bagian bawah polybag.

Kecambah yang telah lolos seleksi dibawa menggunakan baki yang beralaskan karung goni, yang sebelumnya telah dicelupkan di dalam larutan fungisida. Kecambah ditanam dengan posisi calon akar (*radicula*) atau bagian biji yang retak menghadap ke bawah. Kecambah ditanam sedalam ± 2 cm di tengah-tengah media tanam. Hindari penanaman kecambah yang terlalu dalam atau dalam posisi terbalik (posisi keluaranya calon akar mengarah ke atas). Setelah ditanami kecambah, media tanam di dalam polybag disiram lagi dengan air secukupnya. Selanjutnya, penyiraman dilakukan pada setiap pagi dan sore hari.

Hindari penyiraman yang berlebihan supaya air tidak menggenangi bibit di dalam polybag. Apabila terlihat genangan air maka polybag dilubangi pada bagian bawahnya dengan menusukkan paku beberapa kali sampai air genangan keluar. Apabila terjadi hujan pada malam hari, bibit tidak perlu disiram.

Perawatan lainnya yang perlu dilakukan terhadap bibit kemiri sunan di dalam polybag adalah penyiangan gulma yang tumbuh di dalam polybag atau di sekitarnya. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan menyemprotkan pestisida yang dianjurkan. Selama pembibitan, kemiri sunan perlu dipupuk dengan takaran yang sesuai (Tabel 7).

Tabel 7. Dosis dan jenis pupuk untuk bibit kemiri sunan di dalam polybag

Umur (bulan)	Urea (g/pohon)	SP-36 (g/pohon)	KCl (g/pohon)
1	-	-	-
2	5	10	5
3	5	10	5
4	10	15	10
5	15	20	15

(5) Seleksi Bibit. Seleksi bibit dilakukan mulai umur 2 bulan setelah penanaman kecambah di polybag sampai bibit siap ditanam (umur 12minggu). Seleksi dilakukan untuk memastikan bibit yang akan ditanam sehat dan bermutu (Tabel 8).

Tabel 8. Spesifikasi mutu bibit kemiri sunan asal biji umur 4 sampai 12 minggu

Spesifikasi	Umur bibit (minggu)		
	4	8	12
Tinggi bibit (cm)	> 16	> 18	> 30
Diameter batang (cm)	> 0,5	> 0,6	> 0,7
Jumlah daun (helai)	> 2,5	> 4,0	> 8,0
Panjang daun (cm)	> 5	> 8	> 12
Lebar daun (cm)	> 4	> 7	> 9

4.2.2.2. Perbanyak Bibit Secara Vegetatif

Kemiri sunan dapat diperbanyak secara vegetatif atau generatif (biji). Teknik perbanyak vegetatif dapat melalui penyambungan (*grafting*), okulasi, cangkok, dan sambung samping, atau kulturjaringan. Perbanyak bahan tanaman kemiri sunan melalui *grafting* paling efektif dan efisien. Batang bawah (*rootstock*) berasal dari biji sehingga mempunyai

perakaran yang dalam, sedangkan batang atas (entres) berasal dari varietas unggul yang sudah dilepas.

Keunggulan lain dari bibit kemiri sunan hasil perbanyakan secara grafting adalah lebih pendek, lingkaran batangnya lebih besar, daunnya lebih banyak dan lebih kecil sehingga indeks luas daunnya lebih tinggi, pertumbuhan batangnya lebih lurus, berbunga lebih cepat, pemeliharaan lebih mudah, dan lebih tahan terhadap keadaan tanah marginal (Wudianti, 2002; Rai, 2004; Pranowo dan Rusli, 2012). Karena tanaman kemiri sunan menyerbuk silang, maka untuk kebun induk, bibit harus berasal dari hasil perbanyakan vegetatif supaya karakternya sama dengan induknya.

a. *Penyiapan Batang Bawah*

Benih untuk batang bawah harus berasal dari varietas unggul atau Blok Penghasil Tinggi (BPT). Sebagaimana yang dipersyaratkan pada Tabel 8, umur benih sudah 12 minggu, tinggi lebih dari 30 cm, dan jumlah daun minimal 8 helai. Teknik pembibitan untuk menyiapkan batang bawah yang berasal dari biji sama dengan untuk perbanyakan benih secara generatif, seperti telah diuraikan di atas.

b. *Penyiapan Batang Atas*

Bahan tanaman yang digunakan untuk calon batang atas harus berasal dari varietas unggul yang sudah dilepas, yaitu Kemiri Sunan 1, Kemiri Sunan 2, Kermindo 1, dan Kermindo 2.

c. *Teknik pengambilan entres*

Untuk mendapatkan entres yang bermutu, memerhatikan kondisi tanaman induk, terutama pucuknya. Kriteria pucuk tanaman induk yang baik untuk sumber entres adalah:

- Pucuk dalam fase pertumbuhan vegetatif, daunnya lebat, berwarna hijau, dan mempunyai mata tunas dalam keadaan tidak atau belum mekar (mata tidur).
- Pucuk berada pada ujung ranting dan mendapat sinar matahari langsung.
- Diameter batang pucuk 7-10 mm, pangkalnya berwarna coklat dan bagian ujungnya berwarna hijau segar.
- Panjang pucuk minimal 15 cm dan sepertiga bagian ujungnya berwarna hijau segar (Gambar 15).
- Pucuk dipotong dengan pisau yang tajam dan bersih, serta mata pisaunya telah dicelupkan dalam larutan bahan aktif 0,1% (1 ml bahan aktif per 1 liter air).
- Pucuk yang telah dipotong (setek) disimpan di atas karung goni atau karton yang bersih pada tempat yang teduh (tidak terkena sinar matahari langsung).
- Semua daun pucuk yang ada pada bagian entres dipotong pada pangkal tangkainya (Gambar 15).
- Entres yang diperoleh diseleksi ulang, dihitung jumlahnya, dikemas, dan diberi label dengan menyatakan jumlah pucuk, tanggal pengambilan, dan asal pohon induk.
- Entres dikemas menggunakan pembungkus yang lembap, seperti batang pisang atau karung goni yang dibasahi, kemudian disimpan di dalam kotak styrofoam yang telah diberi ventilasi.
- Apabila tujuan pengiriman entres sangat jauh, misalnya memerlukan waktu lebih dari 6 jam, pengemasan harus menggunakan kotak es (*ice box*).



Gambar 15. Entres kemiri sunan yang telah dipotong daunnya dan siap dikemas

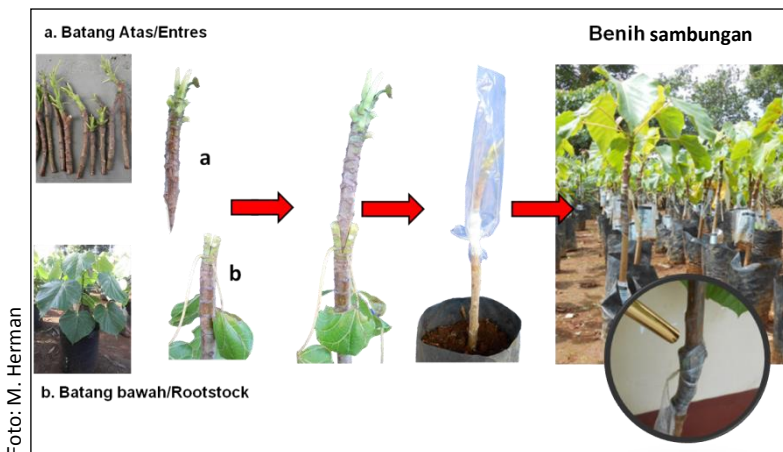
d. Teknik Penyambungan Entres

Kondisi bibit untuk batang bawah yang siap disambung berumur 3 bulan setelah berkecambah, diletakan di bawah saung paranet dengan tingkat naungan 65% atau intensitas penyinaran matahari 35%. Di atas paranet dapat dipasang lembaran plastik, terutama apabila curah hujan cukup tinggi dan dikhawatirkan bibit tergenang.

Proses penyambungan entres diuraikan seperti pada Gambar 16, yaitu:

- Penyambungan dilakukan pada tempat yang ternaungi.
- Diameter batang entres dan batang bawah harus sama, berkisar antara 7 - 10 mm.
- Dibuat sayatan pada ujung bagian batang bawah membentuk huruf "V", sedangkan bentuk sayatan pada bagian entres menyerupai huruf A ("Λ"). Ukuran sayatan kedua harus sama supaya dapat menyambung sempurna.

- Pada daerah tempat sambungan batang bawah-entres dibalut secara kuat dengan plastik transparan agar tidak lepas dan air tidak memasuki daerah sayatan.
- Bibit hasil penyambungan diutup/disungkup dengan kantong plastik transparan agar tetap lembap dan tidak mengering (Gambar 17a).
- Setelah 12 minggu, kantong plastik penutup bibit hasil sambungan dibuka supaya bibit terkena sinar matahari (Gambar 17b).



Gambar 16. Ilustrasi proses penyambungan benih kemiri sunan.

e. Pemeliharaan bibit hasil sambungan

Pemeliharaan bibit sambungan meliputi penyiraman, pemangkasan tunas air (wiwilan), penyiangan gulma, pemupukan, serta pengendalian hama dan penyakit.

(1) Penyiraman

- Penyiraman dilakukan setiap pagi dan sore haridengan menggunakan embat atau alat serupa sampai media tanam

didalam polybag basah. Hindarkan penyiraman yang berlebihan agar air tidak menggenang didalam polybag.

- Bila malam hari turun hujan yang cukup besar maka keesokan harinya tanaman tidak perlu disiram.
- Bila terdapat genangan air di polybag akibat curah hujan yang terlalu tinggi, bagian bawah polybag dilubangi dengan paku berdiameter 5 mm sampai air keluar.



Gambar 17. Bibit kemiri sunan hasil sambungan di bawah naungan paranet (a) dan bibit sambungan siap tanam (b)

(2) Pemangkasan tunas air

- Tunas air (wiwilan) yang tumbuh di bawah sambungan dibuang dengan gunting setek atau pisau pemotong (*cutter*). Bekas luka pemotongan diolesi pestisida atau cat untuk mencegah infeksi patogen penyebab penyakit.
- Selama masih dalam masa pembibitan, bunga yang tumbuh pada pada entres harus dibuang untuk merangsang tumbuhnya daun muda.

(3) Penyiangan Gulma dan Pemupukan:

- Gulma yang tumbuh di dalam dan di luar polybag harus dibuang secara manual. Hindari penyemprotan herbisida

karena dapat merusak pertumbuhan atau mematikan pertumbuhan benih.

- Bibit dipupuk mulai berumur 1 bulan setelah penyambungan atau 4 bulan setelah pengecambahan benih batang bawah sesuai dengan takaran pada Tabel 9.

Tabel 9. Jenis dan takaran pupuk untuk bibit hasil penyambungan

Umur ^{*)} (bulan)	Urea (g/pohon)	SP-36 (g/pohon)	KCl (g/pohon)
1	10	15	10
2	15	20	15
3	15	20	15

*) Setelah Penyambungan

(4) Pengendalian hama dan penyakit:

- Hama dan penyakit yang menyerang bibit kemiri sunan dipantau setiap minggu.
- Apabila serangan hama dan penyakit masih rendah (kerusakannya < 10%) maka dilakukan pengendalian secara mekanis dengan membuang/memotong bagian yang sakit atau rusak. Apabila serangannya sudah mengkhawatirkan (kerusakan benih > 10%) maka benih perlu disemprot dengan insektisida atau fungisida yang direkomendasikan setiap sepuluh hari sampai hama dan penyakit benar-benar hilang.
- Hama yang menyerang benih kemiri sunan di pembenihan umumnya adalah rayap, belalang, dan ulat kantong. Sedangkan penyakit yang menyerang biasanya jamur akar, embun jelaga yang terlihat berupa lapisan berwarna hitam, dan embun tepung (*powdery mildew*) berupa lapisan tepung berwarna putih di bawah daun.

f. Seleksi bibit sambungan

Tujuan menyeleksi bibit adalah untuk memperoleh bibit sambungan yang sambungannya sempurna dan pertumbuhannya optimal. Seleksi dilakukan pada saat bibit berumur 3 bulan setelah penyambungan. Bibit sambungan yang normal pertumbuhannya dan telah berumur 3-6 bulan setelah penyambungan siap ditanam di lapangan (Gambar 17b).

Bibit yang bermutu jelek dikeluarkan dari dalam bedengan dan dikumpulkan dan dipelihara secara khusus, seperti penyiraman dan pemupukan yang lebih intensif untuk kemudian dilakukan penyambungan ulang pada waktunya.

Beberapa ciri fisik bibit sambungan yang mutunya jelek adalah:

- Daun tidak tumbuh sempurna, kerdil, dan kecil.
- Helai daun menggulung atau tidak membuka normal.
- Pertumbuhan vegetatifnya kerdil dan tidak sesuai dengan standar.
- Terserang penyakit cukup berat dan dikhawatirkan akan menyebarkan penyakit pada bibit yang sehat.

4.3. Penyiapan Lahan dan Penanaman

Lahan untuk perkebunan kemiri sunan perlu dipersiapkan dengan sebaik-baiknya agar diperoleh hasil yang optimal. Berbagai tipe lahan, seperti hutan sekunder, semak belukar, dan padang alang-alang dapat dimanfaatkan untuk menanam kemiri sunan. Karena tanaman kemiri sunan sudah dapat memproduksi pada umur 3 tahun maka sistem penanaman secara tumpang sari pada periode tersebut sangat dianjurkan agar petani dapat memperoleh hasil dari tanaman tumpang sari sebelum kemiri sunan memproduksi. Untuk itu, perlu memperhitungkan jarak tanam dan arah barisan apabila akan menerapkan pola tanam sumpang sari.

4.3.1. Pembukaan dan Pembersihan Lahan

4.3.1.1. Lahan Semak atau Hutan Sekunder

Pembukaan lahan sebaiknya dilakukan pada awal musim kemarau. Urutan kegiatannya yaitu (a) penebasan vegetasi, (b) pencencangan, dan (c) penyiapan lahan sampai siap tanam.

a. Penebasan vegetasi berukuran kecil

Penebasan semak belukar, perdu, dan kayu-kayu kecil (diameter <10 cm) pada lahan yang akan dibuka dilakukan secara hati-hati supaya dampaknya terhadap ekosistem minimal. Pohon dan semak ditebas pada pangkal batang dekat dengan permukaan tanah agar tidak meninggalkan tunggul yang akan mengganggu proses pengolahan lahan selanjutnya. Tebasan pohon dan semak dikumpulkan di luar lokasi lahan untuk memudahkan pengangkutan.

b. Penebasan vegetasi berukuran sedang

Vegetasi berupa kayu yang berdiameter lebih dari 10 cm ditebas pada pangkal batang dekat permukaan tanah. Penebasan dilakukan menggunakan gergaji mesin (*chain saw*). Semua potongan yang berkayu, seperti pohon, dahan, dan cabang yang masih bisa dimanfaatkan untuk keperluan lainnya, seperti bahan bangunan atau kayu bakar, dikeluarkan dari lahan. Bagian-bagian yang tidak bisa dimanfaatkan dicincang menjadi bagian kecil-kecil dan dikumpulkan di luar rencana penanaman untuk dikomposkan menjadi pupuk organik.

4.3.1.2. Lahan Alang-Alang

Alang-alang memiliki sistem perakaran yang kuat tanah sehingga harus dimusnahkan sampai ke akar-akarnya. Alang-alang ditebas dengan parang, mesin pemotong rumput, atau disemprot dengan herbisida (Gambar 18). Selanjutnya, alang-

alang yang tumbuh kembali sebulan kemudian, disemprot ulang dengan herbisida sampai lahan bersih dari alang-alang.



Foto: M. Herman

Gambar 18. Pembukaan lahan hutan sekunder (a) dan lahan alang-alang (b) untuk perkebunan kemiri sunan

4.3.2. Pengolahan tanah

Setelah semua kegiatan pembersihan vegetasi selesai, lahan siap diolah. Pengolahan tanah bertujuan untuk mengondisikan tanah agar memiliki ruang gerak yang cukup untuk pertumbuhan perakaran tanaman. Dalam prosesnya, lapisan tanah bagian atas dibalik dan digemburkan supaya aerasi tanah cukup untuk menumbuhkan-kembangkan perakaran tanaman. Kapasitas infiltrasi air ke dalam tanah meningkatkan sehingga dapat mengurangi aliran air permukaan.

Untuk membangun perkebunan kemiri sunan yang ditanam pada jarak lebih dari 7 m, pengolahan tanah secara total tidak diharuskan. Pengolahan tanah hanya sebatas membuat lubang tanam yang berukuran panjang 40 cm, lebar 40 cm dan dalam 40 cm. Lahan diantara tanaman kemiri sunan diupayakan tetap tertutup untuk menghindari erosi permukaan tanah. Namun, apabila lahan diantara tanaman kemiri sunan akan dimanfaatkan untuk menanam tanaman sela, seperti padi dan palawija, maka pengolahan tanah secara total harus dilakukan dan mengikuti garis kontur.

4.3.3. Pengelolaan Konservasi Tanah dan Air

Penanaman kemiri sunan pada lahan yang relatif datar (kemiringan 0-8%) tidak memerlukan tindakan khusus untuk mencegah erosi. Namun, penanaman pada lahan miring dengan tingkat kemiringan lebih dari 8% perlu menerapkan konservasi tanah dan air untuk meminimalkan erosi.

Konservasi tanah dan air dapat dilakukan secara vegetatif, mekanis, kimia, dan kombinasi vegetatif dan mekanis, atau kombinasi vegetatif, mekanis, dan kimia. Upaya konservasi tanah dan air bertujuan untuk mengurangi daya rusak butiran air hujan yang jatuh ke permukaan tanah, meningkatkan kapasitas infiltrasi dan permeabilitas tanah, meningkatkan kapasitas tanah menahan dan menyimpan air, mengurangi laju dan daya gerus aliran permukaan yang pada gilirannya mengurangi kerusakan tanah akibat erosi.

Pemilihan metode konservasi lahan dan air sangat tergantung pada kemiringan lereng, kedalaman solum tanah, serta biaya dan tenaga kerja.

4.3.3.1. Teknologi konservasi secara vegetatif

Prinsip konservasi tanah dan air secara vegetatif ialah pencegahan erosi menggunakan tanaman, bagian tanaman, atau sisa-sisa tanaman untuk melindungi dan mengurangi daya rusak pada tanah yang diakibatkan oleh butiran-butiran air hujan yang jatuh pada permukaan tanah. Kecepatan jatuhnya butiran air hujan diperlambat dengan meningkatkan kapasitas infiltrasi dan permeabilitas tanah, yang pada akhirnya akan mengurangi erosi tanah.

Metode konservasi secara vegetatif meliputi penanaman dalam strip, penggunaan sisa tanaman dalam bentuk mulsa dan bahan organik, penanaman tanggul dan bibir teras, penanaman tanaman bertajuk lebar dan perakaran dalam, penanaman tanaman penutup tanah (*cover crops*), pergiliran tanaman (*polatanam*), dan *agroforestry*.

Lahan tanaman kemiri sunanrentan terhadap erosi mulai dari saat penanaman sampai tanaman berumur 6-8 tahun. Selanjutnya, tanaman sudah membentuk tajuk yang cukup untuk menutup seluruh permukaan tanah. Lahan di antara barisan tanaman kemiri sunan bisa ditanami dengan tanaman penutup tanah atau tanaman tumpangsari. Jenis tanaman penutup tanah sebaiknya dipilih dari kelompok legum atau kacang-kacangan yang dapat mengikat nitrogen dari udara.

4.3.3.2 Teknologi Konservasi Secara Mekanis

Metode konservasi secara mekanis merupakan cara pengendalian erosi melalui perlakuan fisik dan pembuatan bangunan konservasi. Cara ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan tanah menyimpan air dan mengurangi air yang terbawa aliran permukaan. Metode konservasi tanah dengan mekanis berfungsi untuk meningkatkan daya guna lahan sehingga lebih produktif dan dapat dipergunakan secara berkesinambungan. Metode konservasi secara mekanis mencakup pengolahan tanah, serta pembuatan terasering, parit drainase pengelak, dam penghambat, tanggul, rorak, dan sejenisnya.

a. Terasering

Pembuatan teras merupakan cara yang sering dilakukan untuk mencegah erosi tanah lapisan atas yang kaya akan mineral dan bahan organik. Pembuatan teras juga bertujuan untuk mengurangi panjang lereng, menahan air sehingga mengurangi kecepatan dan jumlah aliran permukaan, dan memperbesar penyerapan atau infiltrasi air ke dalam tanah. Di samping itu, pembuatan teras juga berfungsi untuk menampung dan menahan buah kemiri sunan yang jatuh pada saat pemanenan.

Bentuk dan ukuran teras bergantung pada kemiringan lahan, kedalaman solum tanah, serta kondisi fisik dan kimia tanah. Beberapa bentuk teras yang dapat digunakan pada

perkebunan kemiri sunan, ialah teras guludan, teras individu, teras kredit, teras bangku, atau teras kebun. Untuk itu, lahan dibagi berdasarkan tingkat kemiringannya sehingga pembentukan teras mudah dilakukan.

Beberapa bentuk teras berdasarkan kemiringan lahan disajikan pada Tabel 10. Teras guludan efektif digunakan untuk mencegah erosi dan aliran permukaan pada lahan dengan kemiringan <8%. Untuk lahan dengan kemiringan lebih dari 8%, dapat dipilih beberapa jenis teras, seperti teras bangku atau teras individu. Tingkat kemiringan lahan harus diukur dengan benar agar keputusan membangun bangunan pencegah erosi dapat dilakukan secara akurat.

Dalam pembuatan teras, sebagai dasar perbedaan tinggi teras menggunakan jalan blok, agar memudahkan operasional dari jalan ke teras dan sebaliknya serta mengurangi resiko erosi sebagai akibat genangan air permukaan di jalan.

Tabel 10. Klasifikasi kemiringan lahan dan jenis teras

Kemiringan(%)	Keterangan
< 8	Guludan, penanaman dengan jarak standar
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.

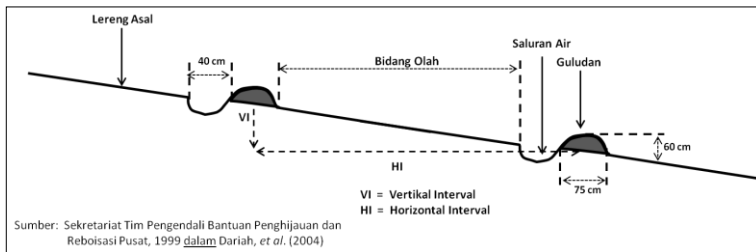
Sumber: <http://www.faperta.ugm.ac.id>

(1) Teras guludan

Teras guludan adalah tumpukan tanah yang disusun mengikuti garis kontur yang dilengkapi dengan saluran air di belakangnya (Gambar 19). Guludan dapat ditanami dengan tanaman penguat teras, seperti rumput pakan ternak untuk meningkatkan efektivitas fungsi teras. Guludan berfungsi menahan laju pada aliran permukaan dan mengalirkannya ke

dalam saluran air sehingga memberi kesempatan aliran permukaan masuk ke dalam tanah (Agus *et al.* 1999 dalam Dariah *et al.* 2004).

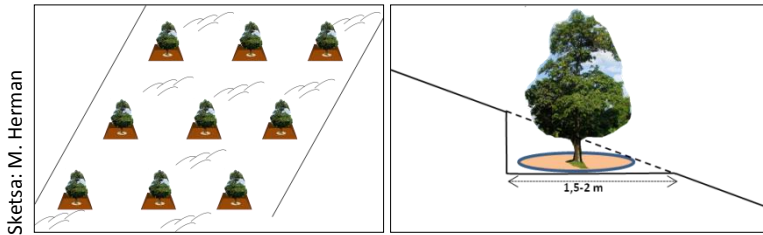
Tenaga kerja yang dibutuhkan untuk membangun teras guludan berkisar antara 65 sampai 180 HOK/ha. Dibandingkan dengan teras lainnya, biaya pembuatan teras guludan paling murah. Pengurangan bidang tanam atau bidang olah pada aplikasi teras guludan juga relatif rendah.



Gambar19. Sketsa teknik pembuatan teras gulud

(2) Teras individu

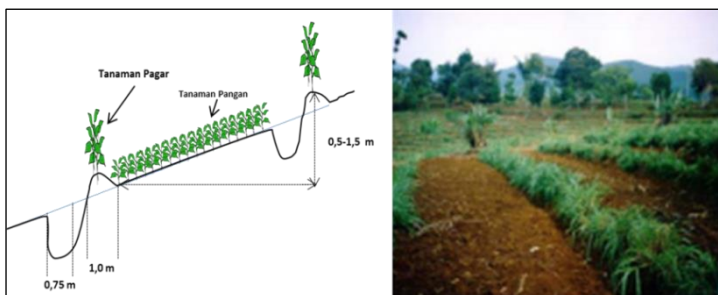
Teras individu atau tapak kuda adalah teras yang dibuat terbatas pada daerah piringan (Gambar 20). Penerapan teras individu harus dibarengi dengan tindakan konservasi tanah dan air lainnya, khususnya pada daerah di luar piringan, seperti penanaman tanaman penutup tanah atau penanaman secara *strip cropping*. Metode ini biasa digunakan pada budidaya tanaman perkebunan seperti karet dan kelapa sawit.



Gambar 20. Sketsa teras individu (tapak kuda)

(3) Teras kredit

Teras kredit adalah teras yang terbentuk secara bertahap karena tertahannya partikel-partikel tanah yang tererosi oleh barisan tanaman yang ditanam secara rapat, seperti tanaman pagar atau barisan rumput yang ditanam memotong lereng (Gambar 21). Teras kredit akan terbentuk secara alami, walaupun memerlukan waktu yang lama. Tanah yang diolah secara intensif, seperti pada lahan budidaya tanaman pangan, teras kredit akan terbentuk setelah 2-5 tahun (Agus dan Widiyanto 2004 *dalam* Dariah *et al.* 2004). Contohnya, pada lahan perkebunankopi di Sumberjaya, Lampung Barat, teras kredit yang dibentuk dari penanaman barisan rumput yang memotong lereng dengan kemiringan sekitar 40%, teras kredit baru terbentuk setelah tahun ketiga (Dariah *et al.* 2004).



Gambar 21. Sketsa dan contoh penerapan teras kredit
 Sumber: Agus *dalam* Dariah *et al.* (2004)

(4) Teras bangku

Teras bangku disebut juga teras tangga. Model teras ini berupa bangunan teras yang dibuat dengan cara memotong panjang lereng dan meratakan tanah di bawahnya sehingga membentuk deretan bangunan seperti tangga (Dariah *et al.* 2004). Teras bangku sangat tepat dibangun pada lahan dengan kemiringan lebih dari 15%. Berdasarkan bentuk dan kemiringannya, teras bangku dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu teras bangku datar, teras bangku miring keluar, teras bangku miring ke dalam, dan teras irigasi (Gambar 22). Teras datar paling sering diterapkan sebagai bangunan konservasi lahan.

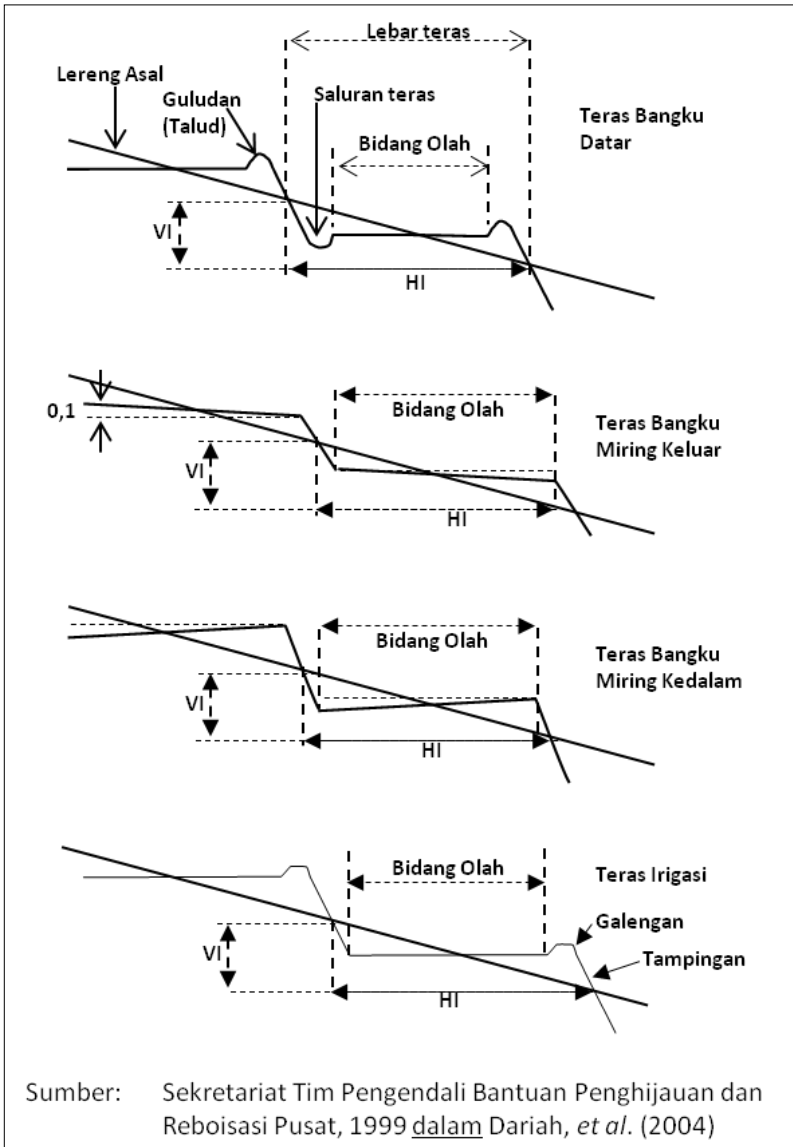
Sesuai dengan kondisi lahan, teras bangku dapat dimodifikasi menjadi beberapa bentuk, seperti teras bangku miring ke dalam untuk kondisi tanah yang tingkat permeabilitasnya relatif rendah. Hal itu bertujuan agar air yang tidak segera masuk ke dalam tanah dapat mengalir melalui saluran teras. Efektivitas teras bangku dalam mengendalikan erosi akan semakin meningkat apabila dibarengi dengan penanaman tanaman penutup tanah pada guludan, bibir teras, dan tampingan teras (Dariah *et al.* 2004).

(5) Teras kebun

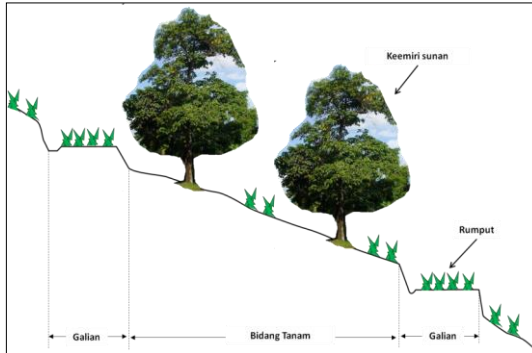
Teras kebun merupakan bentuk teras yang dirancang khusus untuk budi daya tanaman tahunan seperti kemiri sunan. Pembangunan teras kebun membutuhkan biaya lebih murah dan tenaga kerja lebih sedikit. Model teras kebun untuk tanaman kemiri sunan perlu dibangun secara bertahap dan disesuaikan dengan jarak tanamnya (Gambar 23). Keuntungan pembuatan teras kebun ialah dapat mengefisienkan konservasi tanah dan memfasilitasi pengelolaan lahan, seperti adanya jalan sehingga mobilitas pekerja di kebun lebih mudah.

4.3.3.3. Konservasi Metode Kimia

Tujuan utama konservasi tanah dan air metode kimia adalah memperlihatkan agregat tanah menggunakan senyawa kimia atau biologis untuk meningkatkan stabilitas tanah. Penggunaan senyawa kimia atau organik lebih dikenal dengan istilah *soil conditioner*. Contoh senyawa kimia yang sering digunakan untuk memperbaiki stabilitas agregat tanah adalah *dimethyl dichlorosilane* dan *methyl-trichlorosilane* (MCS). Bahan kimia tersebut berupa cairan yang mudah menguap dan membentuk gas sehingga mudah berdifusi ke dalam air tanah dan menyebabkan agregat tanah menjadi lebih stabil.



Gambar 22. Sketsa pembuatan bangunan teras bangku



Sumber: The Chinese Soil and Water Conservation Society (1987) dalam Dariahet *al.* (2004)

Gambar 23. Sketsa teras kebun

4.3.4. Penataan Afdeling dan Blok Kebun

4.3.4.1. Penataan Afdeling dan Blok

Kebun kemiri sunan dengan luas 5.000-6.000 ha dapat dibagi menjadi 100-120 blok kebun. Setiap blok kebun luasnya 50-60 ha. Batas antar blok kebun dapat berupa jalan primer, jalan sekunder, dan jalan tersier (jalan produksi). Sistem jaringan jalan dan batas blok berfungsi untuk menjamin kelancaran transportasi bahan keperluan penanaman dan pemeliharaan, serta pengumpulan dan pengangkutan buah kemiri sunan.

a. Prasarana jalan

Jenis prasarana jalan untuk menunjang kelancaran operasional kebun adalah jalan masuk, jalan utama, jalan produksi, dan jalan koleksi.

(1) Jalan masuk

Jalan masuk berfungsi untuk menghubungkan jalan umum dengan lokasi kebun. Jalan ini biasanya memiliki lebar 8 m. Konstruksi jalan diperkeras dengan koral setebal 15 cm

kemudian dipadatkan dengan *compactor* tanpa dilapisi aspal.

(2) Jalan utama

Jalan ini dibangun di tengah-tengah kebun. Setiap empat blok kebun dibuat satu jalan utama. Fungsi jalan utama adalah menghubungkan afdeling dengan jalan masuk dan afdeling dengan emplasemen. Lebar jalan utama 6 m. Konstruksi jalan diperkeras dengan batu koral setebal 15 cm dan dipadatkan dengan *compactor* agar dapat dilalui kendaraan roda empat dengan bobot > 5 ton. Di sisi kanan dan kiri jalan utama dibuat benteng dan parit. Jalan utama bebas dari rumput, tidak terlindung dan dapat dilalui kendaraan dengan kecepatan hingga 40 km/jam.

(3) Jalan produksi

Jaringan jalan produksi digunakan untuk mengangkut hasil dari kebun ke jalan utama atau ke pabrik. Jalan ini dibangun tegak lurus dengan jalan utama yang menuju lingkungan kebun, perumahan, dan pabrik. Lebar jalan ini lebih kurang 8m, panjangnya lebih kurang 20 m per ha luas kebun. Konstruksi jalan diperkeras dengan lapisan batu koral 15 cm dan dipadatkan dengan *compactor*.

(4) Jalan koleksi

Jalan koneksi menghubungkan antar blok kebun. Lebarnya 2 m dan panjangnya 720 m/ha luas kebun. Konstruksi jalan berupa jalan tanah yang bersih dari rumput dan semak.

4.3.4. Pengajiran dan Pembuatan Lubang Tanam

Pengajiran bertujuan untuk memberi tanda tempat bibit kemiri sunan akan ditanam dan meluruskan barisan tanaman sesuai dengan jarak tanam yang direncanakan. Jarak

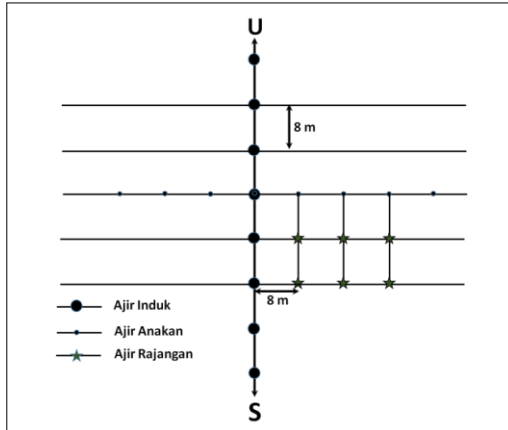
dan sistem tanam yang digunakan akan menentukan populasi tanaman per satuan lahan. Walaupun jarak tanamnya sama, yaitu 7 m x 7 m, kalau sistem tanamnya berbeda, seperti segitiga sama sisi atau segiempat bujur sangkar, populasi tanaman per hektarnya akan berbeda (Tabel 11). Populasi tanaman per hektar pada jarak tanam dengan sistem tanam segitiga lebih banyak dibanding sistem tanam segiempat atau bujur sangkar pada jarak tanam yang sama.

Tabel 11. Populasi tanaman kemiri sunan pada berbagai jarak dan sistem tanam

Jarak tanam (m)	Sistem tanam	Populasi tanaman per hektar (pohon)
7x7	Segitiga sama sisi	224
7x7	Segiempat bujur sangkar	205
8x8	Segitiga sama sisi	168
8x8	Segiempat bujur sangkar	156
9x9	Segitiga sama sisi	132
9x9	Segiempat bujur sangkar	123

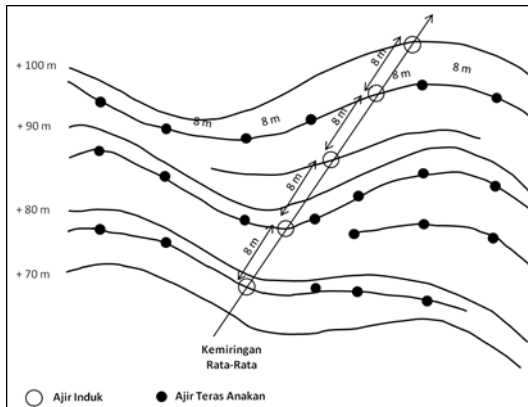
Pengajiran dan pembuatan lubang tanam dilakukan 2-4 minggu sebelum penanaman. Pengajiran pada lahan yang relatif datar, kemiringan lereng 0-8%, dapat dilakukan dengan jarak tanam standar, artinya jarak antarbarisan dan dalam barisan sesuai atau sama dengan ukuran sebenarnya (Gambar 24). Namun, apabila kemiringan lahan 9-30%, pengajiran dilakukan dengan cara seperti diilustrasikan pada Gambar 25. Pengajiran pada lahan dengan kemiringan >30% harus dilakukan pada bidang tanam teras bangku atau guludan yang telah dibentuk.

Ukuran lubang tanam kemiri sunan adalah 40 cm x 40 cm x 40 cm. Pada tanah keras atau berpadas, lubang tanam dibuat lebih besar.



Sumber: Sketsa Chairil Anwar (2006)

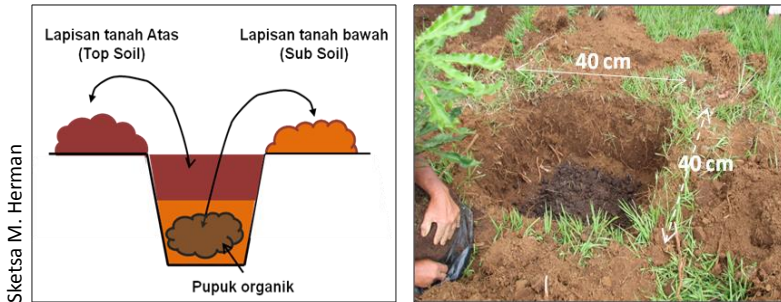
Gambar 24. Metode pengajiran tanaman kemiri sunan pada lahan datar



Sumber: Chairil Anwar (2006)

Gambar 25. Sketsa metode pengajiran tanaman kemiri sunan pada lahan berlereng

Tanah galian diletakkan di tepi lubang. Tanah yang berasal dari lapisan atas dipisahkan dari tanah lapisan bawah (Gambar 26).



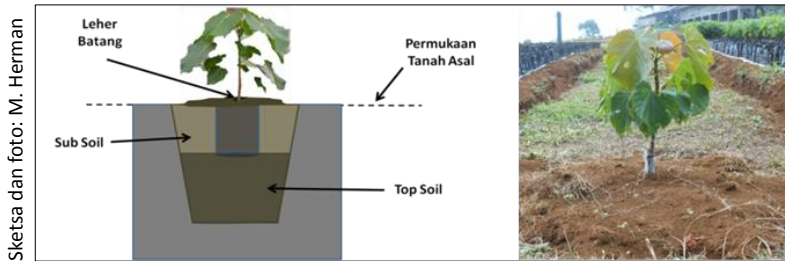
Gambar 26. Sketsa dan contoh lubang tanam untuk kemiri sunan

Lubang tanam yang sudah dibuat, kemudian dikelantang selama satu minggu dan diberi pupuk kandang 2-5 kg/lubang (bergantung tingkat kesuburan tanah) dan SP36 50g yang dicampur merata dengan tanah galian lapisan atas.

4.3.5. Penanaman

Bibit kemiri sunan siap ditanam di lapangan setelah berumur 3–4 bulan setelah kecambah atau berumur 3-6 bulan setelah disambung. Tahapan proses penanaman bibit kemiri sunan adalah sebagai berikut:

- (1) Ajir tanam dicabut dan lubang tanam diisi atau ditimbun dengan tanah galian lapisan atas kemudian dipadatkan. Ketebalan tanah lapisan di dalam lubang tanam ± 25 cm.
- (2) Pupuk kandang dan SP 36 dimasukkan ke dalam lubang dan diaduk dengan 1/3 lapisan tanah atas (*top soil*).
- (3). Polybag yang berisi benih kemiri sunan diletakkan pada bagian tengah lubang tanam. Bibit dikeluarkan secara hati-hati dari dalam polybag dengan cara menyayat bagian samping dan bawah polybag. Selanjutnya akar dan pangkal batang kemiri sunan ditimbun dengan tanah di sekitarnya membentuk piringan cembung atau piringan tertutup (Gambar 27).



Gambar 27. Sketsa penanaman dan contoh bibitkemiri sunan yang sudah ditanam

- (4). Ajir tanam ditancapkan di sebelah tanaman. Polybag bekas bibit diikatkan pada ajir sebagai alat kontrol bahwa polybag benar-benar dibuka dari bibit.
- (5). Beberapa hal yang DILARANG untuk dilakukan pada waktu penanaman benih kemiri sunan di lapangan adalah benih ditanam terlalu dalam (melebihi leher batang), posisi benih miring atau tidak tegak, media dalam polybag dipecah dan dibuang, dan polybag tidak dibuka lalu ditanam bersama dengan benih.
- (6). Pengecekan hasil penanaman harus dilakukan sesegera mungkin; paling lambat satu minggu setelah tanam untuk memastikan benih sudah ditanam sesuai dengan pedoman. Pengecekan juga dimaksudkan untuk menyulam benih yang pertumbuhannya tidak normal.
- (7). Tujuan penyulaman adalah untuk memastikan populasi tanaman per hektar sesuai dengan jarak dan sistem tanam agar target produksi kemiri sunan per hektar tercapai.
- (8). Penyulaman dilakukan pada bekas lubang tanam mengikuti prosedur penanaman seperti telah diuraikan.

4.4. Pemeliharaan Tanaman

4.4.1. Pengendalian Gulma

Gulma yang hidup di daerah piringan di sekitar tanaman kemiri sunan harus dibersihkan agar tidak menjadi pesaing dalam penyerapan hara dan sinar matahari dengan tanaman utama (kemiri sunan). Gulma dikendalikan secara mekanis atau fisik dengan mencabutnya pada waktu penggemburan tanah di sekitar piringan tanaman. Gulma juga dapat dikendalikan dengan menyemprotkan herbisida. Penyemprotan herbisida harus dilakukan secara hati-hati jangan sampai memercik pada tanaman kemiri sunan. Pengendalian gulma dilakukan setiap 3-4 bulan bergantung pada kondisi pertumbuhan gulmanya.

4.4.2. Pemupukan

4.4.2.1. Unsur Hara yang Dibutuhkan Tanaman

Unsur hara yang dibutuhkan tanaman kemiri sunan sama dengan tanaman tahunan pada umumnya, yaitu hara makro, seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), dan kalsium (Ca) dan hara mikro, seperti boron (B).

Fungsi dan peranan dari unsur-unsur hara untuk tanaman kemiri sunan adalah sebagai berikut:

Nitrogen (N):

- Merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan
- Merupakan bagian dari sel (organ) tanaman itu sendiri
- Berfungsi untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman
- Merangsang pertumbuhan vegetatif, seperti tunas dan daun

Tanaman yang kekurangan unsur N akan lambat pertumbuhannya, bahkan kerdil, daun hijau kekuningan, sempit, pendek dan tegak, daun-daun tua cepat menguning dan mati.

Fosfor (P):

- Mengangkut energi hasil metabolisme di dalam sel tanaman
- Merangsang pembungaan dan pembuahan
- Merangsang pertumbuhan akar
- Merangsang pembentukan biji
- Merangsang pembelahan sel tanaman dan memperbesar jaringan sel

Tanaman yang kekurangan unsur P dapat menyebabkan pembentukan buah dan biji berkurang, pertumbuhan tanaman kerdil, daun berwarna keunguan atau kemerahan.

Kalium (K)

- Berfungsi dalam proses fotosintesis, pengangkutan hasil asimilasi, enzim dan mineral termasuk air.
- Meningkatkan daya tahan dan kekebalan tanaman terhadap penyakit

Tanaman yang kekurangan unsur K akan menyebabkan batang dan daun menjadi lemas sehingga mudah rebah, daun berwarna hijau gelap kebiruan, ujung daun menguning dan kering, timbul bercak coklat pada pucuk daun.

Kalsium (Ca):

- Berperan sebagai pembentuk dinding sel tanaman
- Berfungsi mengeraskan bagian kayu tanaman, merangsang pembentukan akar halus, mempertebal dinding sel tanaman, dan merangsang pertumbuhan biji.

Gejala kekurangan kalsium ditunjukkan dengan matinya titik tumbuh pada pucuk dan akar, kuncup bunga dan buah gugur prematur, warna buah tidak merata, buah retak-retak, tangkai bunga membusuk, buah kosong karena bijinya gagal terbentuk, daun muda berwarna coklat dan terus menggulung, serta daun terpilin dan mengerut.

Magnesium (Mg)

- Berfungsi membantu proses pembentukan hijau daun atau klorofil
 - Membantu proses transportasi fosfat dalam tanaman
- Kekurangan magnesium pada tanaman dapat menyebabkan bagian di antara jari-jari daun tampak tidak berwarna. Kondisi ini akan tampak pertama kali di bagian bawah daun, kemudian meningkat ke bagian atas. Daun akan berbentuk tipis, mengering, dan melengkung ke atas.

Boron (B)

- Fungsi boron dalam tanaman antara lain berperan dalam metabolisme asam nukleat, karbohidrat, protein, fenol, dan auksin.
- Berperan dalam pembelahan, pemanjangan dan diferensiasi sel, permeabilitas membran, dan perkecambahan serbuk sari.

Gejala defisiensi boron adalah pertumbuhan tanaman terhambat pada jaringan meristem (pucuk dan akar), mati pucuk (*die back*), mobilitas rendah, buah yang sedang berkembang, mudah terserang penyakit, ruas tanaman memendek, batang keropos, dan pembentukan cabang tumbuh sejajar berdampingan.

4.4.2.2. Jenis Pupuk

(1) Pupuk organik

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan baik padat maupun cair (pupuk kandang), pelapukan sisa-sisa tanaman seperti dedaunan, jerami, alang-alang, rumput, dan sampah kota. Proses pelapukan kompos dapat dipercepat melalui pemanfaatan jasad renik untuk menguraikan bahan-bahan yang dikomposkan agar. Dalam proses penguraian tersebut, unsur hara yang terikat dalam senyawa organik sukar

larut diubah menjadi senyawa organik larut (tersedia) sehingga langsung bisa diserap tanaman. Pelapukan juga bertujuan untuk menurunkan rasio C/N. Semakin rendah C/N rasio, bahan organik yang senantiasa matang sempurna. Jika bahan organik yang memiliki rasio C/N tinggi (belum matang sempurna) diberikan langsung ke dalam tanah maka proses penguraiannya akan terjadi di tanah, akan mengakibatkan CO₂ dalam tanah. Proses penguraian tersebut meningkat sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman, bahkan pada tanah ringan mengakibatkan daya ikat terhadap air menurun.

Pupuk organik juga dapat bersumber dari hijauan tanaman atau disebut pupuk hijau, yaitu pupuk yang berasal dari tanaman (hijauan) meliputi daun, tangkai, dan batang muda yang banyak mengandung unsur nitrogen. Tanaman yang dikategorikan pupuk hijau mempunyai bakteri rhizobium yang menempel pada akar, terutama pada tanaman famili Leguminosae.

Bentuk lain dari pupuk organik adalah humus, yaitu sisa tumbuhan berupa daun, akar, cabang, dan batang yang sudah membusuk secara alami lewat bantuan mikroorganisme dan cuaca. Sifat humus tidak berbeda dari kompos, yaitu mudah mengikat air dan gembur, sedangkan ciri khasnya berwarna hitam sampai coklat tua. Salah satu cara menambahkan humus ke dalam tanah adalah dengan membenamkan tanaman hijauan ke dalam tanah sehingga akan terjadi pembusukan yang membentuk humus.

Pupuk organik memiliki fungsi yang sangat baik dalam menyuburkan tanah, antara lain dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya serap dan daya simpan tanah terhadap air, menjaga stabilitas iklim mikro yang baik untuk kehidupan mikrobiologi di dalam tanah, dan sebagai sumber unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Fungsi ini tidak dimiliki oleh pupuk anorganik.

(2) Pupuk anorganik

Pupuk anorganik atau pupuk kimia adalah senyawa kimia yang mengandung satu atau lebih unsur hara yang dibutuhkan tanaman yang diproses secara pabrikasi. Keuntungan penggunaan pupuk anorganik atau pupuk kimia adalah:

- Pemberiannya terukur karena komposisi haranya tepat.
- Pemberiannya sedikit karena kandungan haranya tinggi sehingga dapat menekan biaya pengangkutan.

Berdasarkan jumlah kandungan unsur haranya, pupuk anorganik dibedakan menjadi pupuk tunggal dan pupuk majemuk.

Pupuk tunggal adalah pupuk yang hanya mengandung satu hara utama, misalnya urea mengandung unsur N (nitrogen), SP36 mengandung unsur P (fosfat) dan KCl yang mengandung unsur K (kalium).

Pupuk majemuk adalah pupuk yang lebih dari satu unsure hara utama. Misal ZA mengandung unsur N (nitrogen) dan S (sulfur). NPK mengandung unsur N (nitrogen), P (fosfat) dan K (kalium). DAP (diamonium-phospat) mengandung unsur N (nitrogen) dan P (pospat). KNO₃ mengandung unsur K (kalium) dan N (nitrogen). MKP (mono kalium fospat) mengandung unsur P (pospat) dan K (kalium).

(3) Mikroba pelarut hara

Penggunaan inokulum mikroba pelarut hara seperti *Aspergillus* sp. dan *Bacillus* sp. pada tanaman kemiri sunan seperti di Flores, NTT sangat membantu dalam merangsang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kedua inokulum tersebut dikenal sebagai agen hayati yang dapat melarutkan unsur P yang terikat dalam koloid tanah menjadi unsur yang dapat diserap tanaman.

Fosfat merupakan unsur hara makroyang banyak dibutuhkan tanaman. Keberadaan fosfat dalam tanah dibedakan menjadi dua, yaitu fosfat organik dan anorganik. Fosfat organik

tersedia di dalam tanah dalam bentuk humus dan bahan-bahan organik lain, sedangkan fosfat anorganik tersedia dalam bentuk ion. Ion fosfat dalam tanah biasanya terikat oleh ion-ion yang lain, seperti kalsium, magnesium, besi dan aluminium. Pada tanah-tanah asam (nilai pH tanah kurang dari 7), ion fosfat banyak terikat oleh unsur besi dan aluminium. Sementara pada tanah-tanah basa, ion fosfat banyak terikat oleh unsur kalsium dan magnesium.

4.4.2.3. Cara Memupuk

Pemberian pupuk pada tanaman kemiri sunan dilakukan dengan cara dimasukkan ke dalam larikan atau lubang tanam, atau pengocoran.

Memupuk dengan cara memasukkan ke dalam lubang tanam hanya dilakukan pada saat tanam. Pupuk dimasukkan ke dalam lubang tanam sebelum benih kemiri sunan ditanam. Setelah penanaman, baik pada tanaman muda (tanaman belum menghasilkan atau TBM) maupun tanaman dewasa (tanaman sudah menghasilkan atau TM), pemberian pupuk dilakukan dengan memasukkannya ke dalam larikan yang dibuat mengelilingi piringan (Gambar 28).

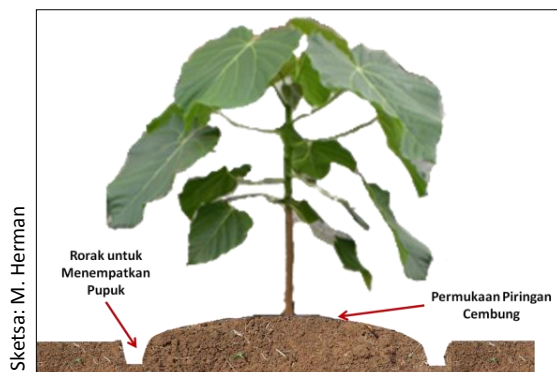
Pada beberapa kasus individu tanaman yang memerlukan penanganan khusus, memupuk dengan cara pengocoran dilakukan dengan mencairkan pupuk dengan air lalu mengguyurkannya di daerah piringan tanaman lalu ditutup tanah. Keuntungan memupuk cara ini adalah pupuk langsung diserap oleh akar tanaman yang kemudian diolah oleh daun.

Jenis dan takaran pupuk secara umum untuk tanaman kemiri sunan disajikan pada Tabel 12. Pupuk untuk kemiri sunan ditempatkan pada lorongan di sekeliling pangkal batang tanaman (Gambar 28). Dolomit merupakan pupuk sumber unsur hara kalsium dan magnesium.

Tabel 12. Jenis dan takaran pupuk kemiri sunan

Umur (tahun)	Takaran pupuk per pohon (g/pohon/tahun)			
	Urea	SP36	KCl	Dolomit
< 1	75	40	40	25
1	75	40	40	25
2	75	40	40	25
3	100	60	60	50
4	150	90	90	50
5	200	120	120	100
>6	300	180	180	100

Sumber: Pranowo (2009)



Gambar 28. Cara menempatkan pupuk di sekitar tanaman kemiri sunan

4.4.3. Pengendalian Hama dan Penyakit

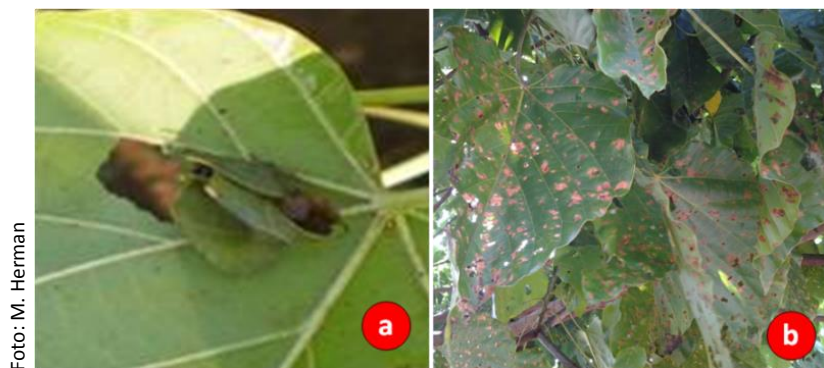
Hama yang menyerang tanaman kemiri sunan masih belum banyak diketahui. Umumnya, jenis hama yang menyerang kemiri sunan sama dengan yang merusak tanaman kemiri sayur (*A. mollucana*), seperti penggerek, tungau, siput, ulat api, dan ulat kantung. Hama lain yang pernah dijumpai di lapangan adalah kumbang penggerek buah. Beberapa jenis penyakit pada tanaman kemiri sunan yaitu jamur akar putih dan jamur akar

cokelat, hawar daun, jamur upas, penyakit antraknosa, penyakit gugur buah muda, dan embun tepung.

Teknologi pengendalian hama dan penyakit pada tanaman kemiri sunan masih belum banyak diketahui sehingga langkah yang terbaik adalah pencegahan. Apabila ditemukan gangguan hama dan penyakit yang serius maka upaya pengendalian dapat dilakukan dengan mengikuti cara-cara pengendalian pada tanaman tahunan, seperti menghindari pelukaan akar sewaktu penggemburan tanah di sekitar piringan menyemprotkan insektisida atau fungisida sesuai dengan dosis anjuran.



Gambar 29. Hama ulat api pada tanaman kemiri sunan, larva (a), bekas serangan pada daun (b), dan pupa (c)



Gambar 30. Hama ulat kantung pada tanaman kemiri sunan

Foto: Balittri



Gambar 31. Penyakit embun tepung (*Oidium* sp.) pada daun dan pucuk kemiri sunan dewasa (a) dan kemiri sunan muda (b)

Foto: M. Herman



Gambar 32. Penyakit jamur upas pada tanaman kemiri sunan dewasa

4.4.4. Pemangkasan

Pemangkasan pada tanaman kemiri sunan perlu dilakukan untuk membentuk tanaman yang seragam dan kokoh serta bentuk mahkota yang seimbang. Ada tiga macam pemangkasan pada tanaman kemiri sunan yaitu pangkas bentuk, pangkas pemeliharaan, dan pangkas produksi.

Pangkas bentuk dilakukan pada umur 3 tahun setelah tanam dengan memangkas cabang primer dan dipertahankan 3-4 cabang yang kokoh dan seimbang.

Pangkas pemeliharaan dilakukan dengan membuang cabang-cabang yang mati, meranggas, atau terinfeksi penyakit. Membuang cabang-cabang yang tidak diinginkan, yang tumbuh di batang utama dan cabang primer untuk mempermudah dalam kegiatan pemeliharaan tanaman, memperbaiki sirkulasi udara, dan memperlancar penyerbukan alami. Pangkas pemeliharaan dilakukan setelah tanaman berumur 4 tahun dan pemangkasan selanjutnya dilakukan sekali setiap 6 bulan.

Pangkas produksi. Buah kemiri sunan tumbuh diujung ranting. Untuk merangsang pembungaan yang merata pada seluruh permukaan mahkota daun diperlukan penerimaan cahaya matahari yang optimal. Oleh karena itu pemangkasan dilakukan pada cabang dan ranting yang saling tumpang tindih agar penerimaan cahaya matahari merata pada seluruh permukaan mahkota daun.

V. PANEN DAN PENGELOLAAN HASIL PANEN

5.1. Pemanenan Buah Segar

Kemiri sunan dapat ditanam dengan populasi antara 100-150 pohon per hektar dan mulai berbunga pada umur 3-4 tahun setelah tanam dan dapat dipanen pertama pada umur 4-5 tahun setelah tanam, bergantung pada pengelolaan dan agroekosistem. Bunga dan buah tumbuh dan berkembang di setiap ujung ranting. Dengan sistem percabangan yang teratur dengan 3-4 cabang lateral secara simetris dan dengan mempertimbangkan persaingan cahaya dan hara oleh setiap cabang yang tumbuh, maka potensi produksi biji kering pada umur 8 tahun dapat mencapai 15 t/ha, setara dengan produksi biodiesel 6 kiloliter/ha (Puslitbangun 2013).

Penanganan panen dan pengelolaan hasil panen kemiri sunan akan sangat menentukan mutu minyak nabati yang dihasilkan. Buah kemiri sunan yang telah matang fisiologis secara alami akan jatuh dengan sendirinya. Oleh karena itu, pemanenan cukup dilakukan dengan cara mengambil buah yang jatuh. Kriteria buah yang telah matang fisiologis ialah warna kulit buah berubah warna dari hijau menjadi hijau kekuningan atau kecokelatan. Hasil panen buah kemiri sunan diangkut ke tempat penimbunan (*emplasment*) untuk kemudian diolah lebih lanjut (Gambar 33).

5.2. Pengolahan Buah Segar Menjadi Biji Kering

Buah hasil panen dikeringanginkan di tempat penyimpanan sampai sabutnya retak-retak. Hal ini dilakukan untuk memperoleh tingkat kematangan buah yang seragam. Pengupasan buah dilakukan secara manual untuk memisahkan kulit buah dari biji. Kulit buah dikumpulkan dalam tempat khusus

terpisah dari biji untuk diproses lebih lanjut. Biji kemiri sunan selanjutnya dikeringkan sampai mencapai kadar air < 10%, dikemas menggunakan karung goni dan disimpan dalam gudang. Pengeringan biji bisa dilakukan di bawah sinar matahari (Gambar 34), atau menggunakan kipas dengan udara yang dipanaskan.



Gambar 33. Buah kemiri sunan hasil panen



Gambar 34. Pengeringan biji kemiri sunan di bawah sinar matahari

5.3. Pengupasan Kulit Biji

Biji kemiri sunan dilapisi kulit yang menyerupai tempurung. Untuk memudahkan ekstraksi minyak dari kernelnya, kulit biji harus dibuka dan dipisahkan. Pengupasan kulit biji dapat dilakukan secara manual (Gambar 35) maupun menggunakan mesin *decorticator*, bergantung pada jumlah biji yang akan dikupas.



Foto: M. Herman

Gambar 35. Pemisahan kernel kemiri sunan dari biji secara manual (a) dan menggunakan mesin *decorticator* (b)

5.4. Pengepresan (Ekstraksi)

Pengepresan atau ekstraksi bertujuan untuk mengeluarkan minyak dari kernel. Pengepresan dapat dilakukan menggunakan pengepres hidrolis manual (Gambar 36a), hidrolis elektrik (Gambar 36b), atau alat pres berulir (Gambar 36c). Pengepresan hidrolis adalah pengepresan dengan menggunakan tekanan sekitar $140,6 \text{ kg/cm}^2$. Besarnya tekanan yang digunakan akan memengaruhi jumlah minyak yang dihasilkan. Metode pengepresan secara manual merupakan metode yang sederhana untuk mendapatkan minyak dari biji.

Pengepresan menggunakan alat pres hidrolis elektronik memiliki cara kerja yang sama dengan hidrolis manual, namun pada hidrolis elektronik dilengkapi dengan peralatan elektronik

sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan hidroliknya. Alat pengepres hidrolik elektronik dilengkapi pula dengan pemanas (*heater*).



Foto: M. Herman

Gambar 36. Pengepresan kernel kemiri sunan menggunakan hidrolik manual (a), hidrolik elektronik (b), dan screw press (c).

Metode ekstraksi dengan menggunakan 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%. Prinsip operasinya 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 yang mempunyai celah dengan ukuran tertentu, sedangkan ampasnya keluar dari tempat yang lain. Hasil pengepresan berupa minyak kasar kemiri sunan (MKKS) selanjutnya dapat diproses menjadi biodiesel (Gambar 37).



Gambar 37. Minyak kasar (a) dan biodiesel (b) kemiri sunan

5.5. Membuat Biodiesel dari Minyak Kasar Kemiri Sunan

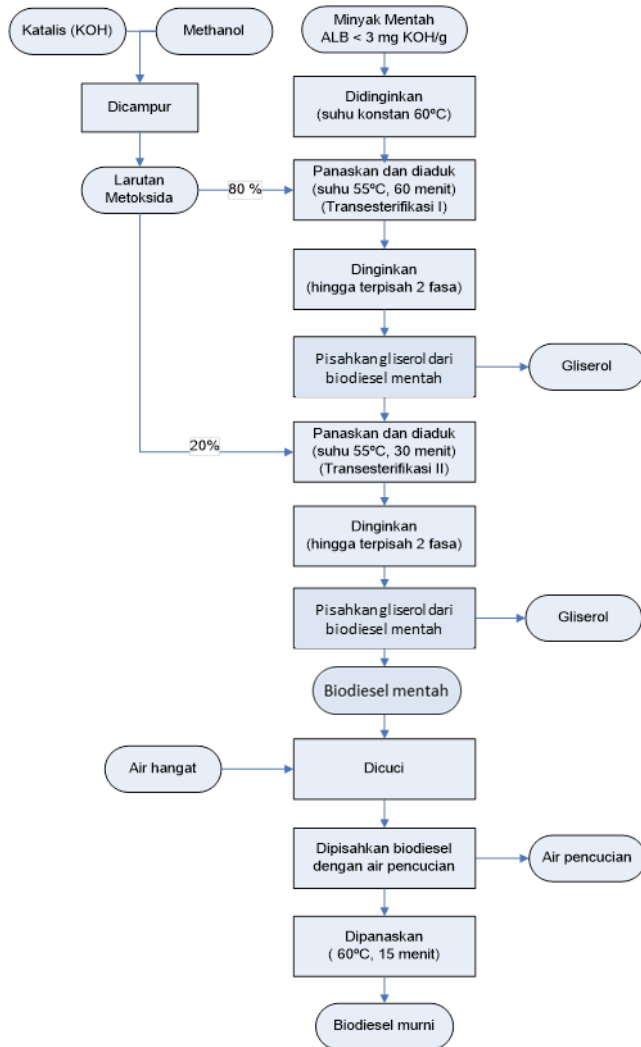
Pembuatan biodiesel dari minyak kemiri sunan telah disinggung pada Bab 2.3. Pada bagian ini diuraikan lebih rinci cara membuat biodiesel melalui proses transesterifikasi dua tahap. Proses ini membutuhkan bahan baku minyak kasar dengan nilai ALB < 3 mg KOH/g, sedangkan penanganan minyak nabati dengan nilai ALB tinggi (> 3 mg KOH/g) harus secara khusus. Penurunan nilai ALB yang tinggi sampai batas proses transesterifikasi dapat dilakukan memerlukan keahlian dan teknologi proses yang spesifik. Oleh karena itu untuk menghasilkan minyak nabati yang memiliki nilai ALB < 3 mg KOH/g, buah hasil panen harus diproses sesegera mungkin untuk

menghentikan proses metabolisme biokimia yang terjadi di dalam kernel. Penanganan buah hasil panen yang terlambat akan menghasilkan minyak nabati dengan nilai ALB lebih dari 3 mg KOH/g, sehingga akan menambah waktu dan biaya penanganan minyak untuk diproses menjadi biodiesel.

Proses pembuatan biodiesel dari minyak kasar kemiri sunan dilakukan seperti diagram pada Gambar 38. Peralatan yang digunakan untuk pembuatan biodiesel adalah reaktor biodiesel yang dilengkapi dengan pengaduk (*stirer*), pemanas (*heater*), kodensor, dan tabung kaca (Gambar 39).

Minyak kasar kemiri sunan dengan ALB < 3 mg KOH/g dipanaskan hingga 100°C kemudian didinginkan sampai suhu konstan 60°C. Selanjutnya dilakukan transesterifikasi tahap I dengan cara mencampurkan larutan metoksida sebanyak 80% dengan minyak nabati dalam reaktor. Larutan metoksida adalah campuran antara katalis (KOH) dengan metanol. Katalis yang diperlukan sebanyak 0,3%, sedangkan metanol yang dibutuhkan sebanyak 15% dari bobot minyak kasar yang akan diproses. Proses ini dilakukan pada suhu 55 °C selama 60 menit. Pada proses ini dilakukan pengadukan untuk menyempurnakan proses transesterifikasi.

Methyl ester yang dihasilkan akan terpisah dari gliserol karena proses pengendapan yang disebabkan oleh perbedaan massa jenis bahan. Untuk memisahkan gliserol dari methyl ester cukup dengan mengeluarkan gliserol yang berada di bagian bawah dari methyl ester secara grafitasi. Methyl ester yang telah bebas dari gliserol selanjutnya dilakukan transesterifikasi kembali dengan mencampurkan 20% larutan metoksida (transesterifikasi tahap II) untuk menyempurnakan proses konversi minyak nabati mentah yang masih belum terkonversi menjadi methyl ester. Proses ini memakan waktu sekitar 30 menit. Selanjutnya, gliserol yang terbentuk dipisahkan kembali melalui proses pengendapan.



Gambar 38. Diagram proses pembuatan biodiesel dari minyak kasar kemiri sunan



Foto: Dibyo Pranowo

Gambar 39. Contoh beberapa tipe reaktor biodiesel

Biodiesel hasil dari proses transesterifikasi masih berbentuk biodiesel kotor. Biodiesel kotor ini masih mengandung sisa reaksi dan pengotor lainnya. Pengotor lain tersebut antara lain sisa-sisa katalis, metanol, dan gliserol (atau air) serta sabun yang terbentuk selama proses pembentukan methyl ester yang dapat larut dalam air dan perlu dimurnikan terlebih dahulu agar memenuhi standar biodiesel. Oleh karena itu diperlukan pemurnian biodiesel melalui proses pencucian (*water washing*) dan pengeringan.

Proses pencucian dilakukan dengan menggunakan air bersih yang telah dipanaskan pada suhu 55 °C sambil diaduk.

Pencucian dilakukan beberapa kali sampai pH air cucian netral atau tidak berwarna. Dengan penambahan air, kotoran akan terikat pada air karena memiliki kepolaran yang sama sehingga air cucian menjadi keruh. Pencucian dilakukan 2-3 kali hingga air cucian terlihat jernih yang menandakan semua pengotor telah hilang.

Pengeringan diperlukan untuk menghilangkan air yang kemungkinan terperangkap di dalam biodiesel setelah proses pencucian. Pengeringan dilakukan dengan memanaskan biodiesel. Proses pengeringan selesai dengan indikasi biodiesel yang dihasilkan telah jernih dan bebas dari gelembung uap air.

Biodiesel yang dihasilkan sebaiknya dianalisis terlebih dahulu untuk memastikan bahwa biodiesel tersebut telah memenuhi standar yang ada atau sesuai SNI. Setelah diverifikasi dan memenuhi standar yang ada, biodiesel dapat digunakan langsung pada mesin diesel baik yang berputaran rendah maupun tinggi (Soerawidjaja, 2009) (Gambar 40).



Foto: M. Syakir

Gambar 40. Biodiesel kemiri sunan B100 yang digunakan pada mobil bermesin diesel dan pompa air

5.6. Penanganan Hasil Samping

Limbah hasil panen berupa kulit buah diproses lebih lanjut untuk digunakan sebagai sumber pupuk organik. Kulit buah dikomposkan dalam tempat khusus untuk selanjutnya dipak dan disimpan dalam gudang. Selain kulit buah, pembuatan biodiesel kemiri sunan juga menghasilkan gliserol yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun, serta bungkil sisa pengepresan yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti briket, biogas, dan pupuk organik. (Gambar 41).

Foto: D. Pranowo



Gambar 41. Aneka produk dari limbah kemiri sunan seperti sabun opak dan sabun transparan (a), briket (b), tinta printer, (c) pupuk organik (d), dan biogas (e).

VI. KEEKONOMIAN KEMIRI SUNAN

6.1. Agribisnis Kemiri Sunan

Pengembangan kemiri sunan sangat potensial sebagai sumber bahan bakar alternatif sehingga pengembangannya perlu didukung mulai dari hulu sampai hilir. Salah satu dukungan untuk pengembangan kemiri sunan secara holistik adalah kebijakan pada berbagai subsistem dalam keseluruhan sistem agribisnis kemiri sunan. Sebagai tanaman penghasil BBN, permasalahan berpotensi terjadi pada seluruh subsistem agribisnis kemiri sunan yaitu: (1) subsistem penyediaan input, (2) subsistem usaha tani, (3) subsistem pengolahan hasil, (4) subsistem pemasaran, dan (5) subsistem layanan pendukung (Gambar 42).

Dalam subsistem penyediaan input, terdapat empat varietas unggul lokal kemiri sunan sehingga untuk pengembangannya masih perlu penciptaan varietas unggul baru hasil rekayasa genetik melalui proses pemuliaan. Dalam subsistem usaha tani, karena kemiri sunan merupakan tanaman yang baru akan dikembangkan, standar budi daya baku masih harus disempurnakan berdasarkan hasil penelitian yang menyeluruh untuk memperoleh metode budi daya yang efisien dan menguntungkan. Subsistem pengolahan hasil merupakan salah satu komponen yang sangat penting karena kemiri sunan diarahkan untuk menghasilkan bahan bakar nabati. Dalam beberapa penelitian, kemiri sunan memiliki kadar minyak yang cukup tinggi dan bisa mencapai 50%. Penelitian yang telah dilakukan untuk pengolahan minyak kasar biodiesel diperoleh rendemen hingga 95%, namun kompatibilitasnya terhadap mesin, khususnya mesin dengan putaran tinggi masih harus dilakukan penelitian yang intensif.



Gambar 42. Sistem agribisnis kemiri sunan

Subsistem pemasaran merupakan salah satu faktor penting untuk merangsang petani dalam membudidayakan kemiri sunan. Keterjaminan pasar merupakan hal yang harus diperhatikan oleh pengambil kebijakan, terkait dengan kelembagaan pemasaran dan harga. Selain itu, subsistem pendukung seperti lembaga-lembaga penunjang (perbankan, transportasi, dan lain-lain) juga perlu mendukung upaya pengembangan agribisnis kemiri sunan. Subsistem pendukung ini harus mampu mendukung subsistem-subsistem yang lain sehingga semua subsistem yang ada dalam kesatuan sistem agribisnis kemiri sunan dapat berjalan dengan optimal. Dengan demikian, pengembangan kemiri sunan akan dapat berjalan sesuai dengan rencana dan menguntungkan bagi semua pihak.

Seperti yang telah diuraikan di atas bahwa kemiri sunan merupakan tanaman multifungsi. Dalam kerangka pemanfaatan sebagai bahan bakar, potensi manfaat yang dapat diperoleh juga masih sangat besar. Selain melibatkan sektor pertanian secara umum, secara langsung maupun tidak langsung, pengembangan kemiri sunan juga akan melibatkan sektor-sektor lain seperti

industri, perdagangan, dan transportasi. Lebih lanjut, pengembangan kemiri sunan akan membawa dampak yang sangat besar antara lain:

1. Meningkatkan pemenuhan kebutuhan BBM dari sumber hayati yang terbarukan
2. Meningkatkan pendapatan petani
3. Meningkatkan lapangan pekerjaan
4. Mendukung sektor lainnya
5. Mengurangi emisi karbon
6. Melestarikan lingkungan
7. Meningkatkan PAD dan devisa negara

Sebagai tanaman yang baru akan dikembangkan, sistem agribisnis kemiri sunan harus melibatkan berbagai pihak seperti petani, pemerintah, dan pihak swasta. Semua pihak ini harus terintegrasi secara komprehensif sesuai dengan kompetensinya masing-masing sehingga usaha tani kemiri sunan dapat menguntungkan.

6.2. Keekonomian Berbagai Pola Pengembangan

6.2.1. Pola Pengembangan Monokultur

Agroindustri kemiri sunan seperti yang disajikan pada Bab 2 setidaknya meliputi tiga jenis industri, yaitu industri perbenihan, industri perkebunan dan industri pengolahan biodiesel. Listyati *et al.* (2013) melakukan analisis terhadap tingkat kelayakan untuk masing-masing industri tersebut (Tabel 13). Analisis kelayakan usaha untuk produksi benih *grafting* kemiri sunan memperoleh nilai R/C ratio 1,35. Hal ini berarti setiap Rp 1 biaya yang dikeluarkan, akan diperoleh penerimaan Rp 1,35 atau keuntungan Rp 0,35, sehingga industri benih kemiri sunan masih cukup menguntungkan. Asumsi yang digunakan dalam analisis ini adalah produksi benih kemiri sunan secara grafting dengan volume 100.000 benih per siklus produksi dengan dua kali siklus produksi dalam setahun. Sementara

asumsi harga benih yang digunakan adalah Rp 4.000,- per polybag dengan harga pokok produksi benih Rp 2.965 per polybag.

Industri perkebunan kemiri sunan dengan produk berupa biji juga sangat menguntungkan. Dari berbagai kriteria kelayakan usaha yang dianalisis, Net B/C ratio, NPV dan IRR, usaha perkebunan kemiri sunan masih sangat layak dan menguntungkan (Tabel 13). Asumsi yang digunakan dalam analisis ini adalah perkebunan kemiri sunan seluas 500 ha dengan umur usahatani 15 tahun. Harga jual biji kemiri sunan yang dimasukkan dalam analisis adalah Rp 1.000/kg. Nilai net B/C ratio sebesar 1,69 berarti untuk setiap Rp 100 biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi biji kemiri sunan, maka akan diperoleh keuntungan Rp 169 dengan memperhitungkan nilai uang sekarang. Demikian juga jika dilihat dari nilai NPV yang cukup besar. Nilai ini jauh lebih baik dari kriteria suatu usaha yang dinyatakan layak jika nilai NPV lebih besar dari nol (NPV bernilai positif). Nilai IRR sebesar 26% yang mengindikasikan seluruh usaha tersebut layak. Suatu usaha dapat dikatakan layak jika nilai IRR yang diperoleh lebih tinggi dari suku bunga pinjaman yang ada. Dengan demikian, jika seluruh biaya digunakan untuk membiayai usaha perkebunan kemiri sunan maka usaha tersebut masih layak dan menguntungkan hingga suku bunga pinjaman mencapai 26%.

Selain melakukan analisis kelayakan terhadap produksi benih dan industri perkebunan kemiri sunan, Listyati *et al.* (2013) juga melakukan analisis dengan skenario perkebunan kemiri sunan melakukan proses peningkatan nilai tambah, yaitu biji kemiri sunan yang dihasilkan dari perkebunan diolah menjadi biodiesel. Dari hasil analisis diperoleh harga pokok produksi biodiesel kemiri sunan sebesar Rp 2.620,40 per liter. Nilai tersebut hampir sama dengan harga pokok produksi biodiesel dari CPO sebesar Rp 2.678,90 per liter (Suarna 2005). Dalam analisis kelayakan usaha yang dilakukan, Listyati *et al.* (2013)

menggunakan dua asumsi harga biodiesel yaitu Rp 4.500 dan Rp 6.100 per liter. Asumsi harga tersebut terjadi karena analisis dilakukan berdasarkan data tahun 2009. Harga biodiesel sebesar Rp 4.500 per liter merupakan harga eceran minyak jenis solar pada saat itu. Sedangkan asumsi harga Rp 6.100 merupakan harga indeks pasar untuk biodiesel pada saat itu sesuai dengan Surat Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral No. 2721K/12/MEM/2009 tentang Harga Indeks Pasar Bahan Bakar Minyak dan Harga Indeks Pasar Bahan Bakar Nabati (biofuel) tahun 2009, harga indeks pasar bahan bakar nabati (HIP-BBN) lebih besar Rp 1.000 dibandingkan dengan harga indeks pasar bahan bakar minyak (HIP-BBM) (Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, 2009). Ketika analisis ini dilakukan, HIP-BBM adalah sebesar Rp 5.100 per liter.

Tabel 13. Tingkat kelayakan produksi benih *grafting*, biji, dan biodiesel kemiri sunan

No	Kriteria kelayakan	Nilai kriteria kelayakan			
		Produksi benih <i>grafting</i>	Produksi biji	Produksi biodiesel	
				P = 4.500	P = 6.100
1	Net B/C ratio	1,35*	1,69	0,72	1,33
2	NPV (i = 20%)		6.109.560.000	2.048.917.000	13.626.460.000
3	IRR		26%	22%	31%

*) R/C ratio

Sumber: Listiyati *et al.* (2013)

Dari hasil analisis kelayakan usaha, usaha tani kemiri sunan secara monokultur dengan produksi biodiesel masih layak dan menguntungkan untuk diusahakan pada tingkat harga jual biodiesel Rp 4.500 dan Rp 6.100 per liter. Untuk harga jual Rp 4.500 per liter, nilai net B/C ratio yang diperoleh sebesar 0,72. Hal ini mengindikasikan bahwa setiap Rp 100 biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi biodiesel, akan diperoleh keuntungan Rp 72. Sementara itu, nilai bersih sekarang (NPV) yang diperoleh selama 15 tahun adalah sebesar Rp

2.048.917.000 dengan IRR sebesar 22%. Peningkatan asumsi harga jual dari Rp 4.500 menjadi Rp 6.100 secara otomatis akan meningkatkan tingkat kelayakan usaha, karena biaya yang dikeluarkan tidak berubah. Dari Tabel 14 dapat dilihat bahwa Net B/C ratio meningkat tajam menjadi 1,33. Demikian juga NPV dan IRR asing-masing menjadi Rp 13.626.460.000 dan 31%. Hal ini mengindikasikan bahwa industri biodiesel kemiri sunan sangat layak dan menguntungkan untuk diusahakan.

Sementara itu, analisis yang dilakukan oleh Balittri (2010) dengan memperhitungkan hasil samping pengolahan biodiesel memperoleh tingkat kelayakan yang lebih baik dibanding kelayakan usaha dalam memproduksi biodiesel di atas (Tabel 14 dan 15). Dalam analisis tersebut, hasil samping seperti gliserol dan bungkil diperhitungkan nilai keekonomiannya. Bungkil dalam hal ini merupakan bahan baku untuk briket.

Jika kelayakan pada Tabel 13 dibandingkan dengan Tabel 14 dan 15, dapat dilihat perubahan tingkat kelayakan yang cukup signifikan, yang ditunjukkan oleh indikator net B/C ratio, NPV, dan IRR. Dari Tabel 10 dapat dilihat kondisi *cashflow* perkebunan kemiri sunan dengan produk biodiesel, gliserol dan bungkil dengan net B/C ratio sebesar 1,30, NPV Rp 13.459.220.520 dan IRR 31%. Asumsi yang digunakan adalah hasil samping berupa gliserol dijual dengan harga Rp 7.000/kg dan bungkil dijual seharga Rp 500,-/kg. Sementara itu, jika harga jual biodiesel sebesar Rp 6.500 per liter, maka tingkat kelayakan yang diperoleh semakin tinggi dengan Net B/C ratio 2,04, NPV Rp 27.931.149.490 dan IRR 39%.

Tabel 14. Kelayakan produksi biodiesel kemiri sunan dengan harga jual Rp. 5.500,- per liter

Asumsi		500 ha															
Luas Areal		15 tahun															
Umur Proyek																	
No	Item	Year (Rp. 000.-)															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
A	Out Flow																
1	Overhead Cost																
	Cost of Getting HGU	1,000,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Building & Equipment Cost	1,550,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Plant Investment Cost	7,372,940	2,444,720	1,842,660	1,650,700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Factory investment cost	-	-	1,000,000	1,000,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Total	9,922,940	2,444,720	2,842,660	2,650,700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
II	Labour Cost	-	-	-	-	2,054,800	2,422,050	2,763,550	3,069,300	3,361,800	3,640,950	3,906,550	4,148,950	4,148,950	4,593,550	4,593,550	
III	Material Cost	-	-	-	-	542,825	542,825	638,725	638,725	870,500	870,500	1,067,300	1,067,300	1,067,300	1,067,300	1,067,300	
IV	Biodiesel Processing Cost	-	-	-	-	1,535,655	2,195,550	2,824,080	3,422,475	3,989,505	4,525,785	5,024,550	5,506,710	6,006,705	6,447,045	6,746,550	
V	R & D	297,888	122,236	142,133	132,535	123,998	154,813	186,791	213,915	246,654	271,117	299,952	321,689	336,689	363,237	372,222	
	Total Outflow	10,220,628	2,566,956	2,984,793	2,783,235	4,257,278	5,315,238	6,413,146	7,344,415	8,468,459	9,308,352	10,298,352	11,044,649	11,559,644	12,471,132	12,779,622	
B	In Flow																
	Biodiesel (kilo liter)	-	-	-	-	1,280	1,830	2,353	2,852	3,325	3,771	4,187	4,589	5,006	5,373	5,622	
	Cake (ton)	-	-	-	-	1,249	1,785	2,296	2,783	3,244	3,680	4,085	4,477	4,884	5,242	5,485	
	Glycerol (ton)	-	-	-	-	225	321	413	501	584	662	735	806	879	943	987	
	Biodiesel value @ Rp. 5,500/ltr	-	-	-	-	7,038,419	10,062,938	12,943,700	15,686,344	18,285,231	20,743,181	23,029,188	25,239,088	27,530,731	29,548,956	30,921,688	
	Cake value @ FRp. 500,-/kg	-	-	-	-	624,250	892,500	1,148,000	1,391,250	1,621,750	1,839,750	2,042,500	2,238,500	2,441,750	2,620,750	2,742,500	
	Glycerol value @ Rp. 7,000/kg	-	-	-	-	1,573,110	2,249,100	2,892,960	3,505,950	4,086,810	4,636,170	5,147,100	5,641,020	6,153,210	6,604,290	6,911,100	
	Total In Flow	-	-	-	-	9,235,779	13,204,538	16,984,660	20,583,544	23,993,791	27,219,101	30,218,788	33,118,608	36,125,691	38,773,996	40,575,288	
	Net Benefit (Cash Flow) (B-A)	(10,220,628)	(2,566,956)	(2,984,793)	(2,783,235)	4,978,500	7,889,300	10,571,514	13,239,129	15,525,332	17,910,749	19,920,436	22,073,959	24,566,048	26,302,864	27,795,666	
	Discount Factor	20%	1.00	0.83	0.69	0.58	0.48	0.40	0.33	0.28	0.23	0.19	0.16	0.13	0.11	0.09	0.08
	Discounted Net Benefit (I = 20%)	(10,220,628)	(2,139,130)	(2,072,773)	(1,610,668)	2,400,897	3,170,533	3,540,379	3,694,798	3,610,696	3,471,223	3,217,262	2,970,890	2,755,246	2,458,368	2,164,909	
	NPV (I = 20%)	17,412,000															
	IRR	32%															
	B/C ratio	1.46															

Tabel 15. Kelayakan produksi biodiesel kemiri sunan dengan harga jual Rp. 7.500,- per liter

Asumsi
Luas Areal
Umur Proyek

500 ha
15 tahun

No	Item	Year (Rp. 000.-)														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	Out Flow															
I	Overhead Cost															
	Cost of Getting HGU	1,000,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Building & Equipment Cost	1,550,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Plant Investation Cost	7,372,940	2,444,720	1,842,660	1,650,700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Factory investment cost	-	-	1,000,000	1,000,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	9,922,940	2,444,720	2,842,660	2,650,700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	Labour Cost	-	-	-	-	2,054,800	2,422,050	2,763,550	3,069,300	3,361,800	3,640,950	3,906,550	4,148,950	4,148,950	4,593,550	4,593,550
III	Material Cost	-	-	-	-	542,825	542,825	638,725	638,725	870,500	870,500	1,067,300	1,067,300	1,067,300	1,067,300	1,067,300
IV	Biodiesel Processing Cost	-	-	-	-	1,535,655	2,195,550	2,824,080	3,422,475	3,989,505	4,525,785	5,024,550	5,506,710	6,006,705	6,447,045	6,746,550
V	R & D	297,688	122,236	142,133	132,535	123,998	154,813	186,791	213,915	246,654	271,117	299,952	321,689	336,689	363,237	372,222
	Total Outflow	10,220,628	2,566,956	2,984,793	2,783,235	4,257,278	5,315,238	6,413,146	7,344,415	8,468,459	9,308,352	10,298,352	11,044,649	11,559,644	12,471,132	12,779,622
B	In Flow															
	Biodiesel (kilo liter)	-	-	-	-	1,280	1,830	2,353	2,852	3,325	3,771	4,187	4,589	5,006	5,373	5,622
	Cake (ton)	-	-	-	-	1,249	1,785	2,296	2,783	3,244	3,680	4,085	4,477	4,884	5,242	5,485
	Glycerol (ton)	-	-	-	-	225	321	413	501	584	662	735	806	879	943	987
	Biodiesel value @ Rp. 7,500/ltr	-	-	-	-	9,597,844	13,722,188	17,650,500	21,390,469	24,934,406	28,286,156	31,403,438	34,416,938	37,541,906	40,294,031	42,165,938
	Cake value @ FRp. 500,-/kg	-	-	-	-	624,250	892,500	1,146,000	1,391,250	1,621,750	1,839,750	2,042,500	2,238,500	2,441,750	2,620,750	2,742,500
	Glycerol value @ Rp. 7,000/kg	-	-	-	-	1,573,110	2,249,100	2,892,960	3,505,950	4,086,810	4,636,170	5,147,100	5,641,020	6,153,210	6,604,290	6,911,100
	Total In Flow	-	-	-	-	11,795,204	16,863,788	21,691,460	26,287,669	30,642,966	34,762,076	38,593,038	42,296,458	46,136,866	49,519,071	51,819,538
	Net Benefit (Cash Flow) (B-A)	(10,220,628)	(2,566,956)	(2,984,793)	(2,783,235)	7,537,925	11,548,550	15,278,314	18,943,254	22,174,507	25,453,724	28,294,686	31,251,809	34,577,223	37,047,939	39,039,916
	Discounted Net Benefit (i = 20%)	(10,220,628)	(2,139,130)	(2,072,773)	(1,610,668)	3,635,188	4,641,103	5,116,677	5,286,714	5,157,082	4,933,102	4,569,750	4,206,118	3,878,066	3,462,644	3,040,685
	NPV (i= 20%)	31,883,929														
	IRR	39%														
	B/C ratio	2.14														

6.2.2. Pola Tanam Strip Cropping

Kemiri sunan ditanam pada jarak lebih dari 8 m yang didasarkan atas karakteristik habitusnya untuk memperoleh tingkat penyinaran matahari yang optimal sehingga produktivitas tanaman juga optimal. Pada jarak tanam 9m x 9m segiempat, tajuk tanam kemiri sunan sudah akan saling bersentuhan mulai umur 8 tahun setelah tanam. Berdasarkan hal tersebut, lahan di antara tanaman kemiri sunan yang belum menghasilkan dapat dimanfaatkan untuk menanam tanaman sela baik semusim maupun tahunan. Penerapan pola tanam kemiri sunan dengan tanaman sela. Pemberian keuntungan berupa pemanfaatan lahan lebih efisien, produktivitas lahan lebih tinggi, dan sumber penghasilan tambahan pendapatan buat petani.

a. Kemiri sunan dengan tanaman jagung dan kacang tanah (semusim)

Lahan di antara tanaman kemiri sunan dapat ditanami dengan tanaman palawija seperti kacang tanah dan jagung terutama pada masa pertumbuhan awal kemiri sunan. Penggunaan tanaman sela tersebut dapat mengoptimalkan pemanfaatan lahan dan menjadi sumber pendapatan selama kemiri sunan belum menghasilkan (Gambar 43). Analisis usaha tani dilakukan sama dengan pada Tabel 14 dan 15 dengan skenario tumpang sari dengan kacang tanah dan jagung sebagai tanaman sela. Tumpang sari dilakukan sampai kemiri sunan berumur 6 tahun. Pada tahun pertama sampai ketiga, tanaman sela dapat menggunakan lahan efektif 60% dari total luas lahan, sedangkan tahun 4 – 6, tanaman sela memanfaatkan 40% lahan. Dalam 1 tahun, kacang tanah bisa ditanam tiga kali dan jagung dua kali. Hasil perhitungan kelayakan usaha tani disajikan pada Tabel 16.

Dari Tabel 16 dapat dilihat bahwa pola tanam kemiri sunan dengan jagung lebih menguntungkan dibanding dengan kacang tanah. Dengan asumsi harga jual biodiesel Rp 5.500 per liter, pola

tanam kemiri sunan dengan kacang menghasilkan B/C ratio sebesar 1,25. Nilai B/C ratio tersebut lebih rendah dibanding tumpang sari dengan jagung dengan nilai B/C ratio 1,36. NPV tumpang sari kemiri sunan dengan jagung juga lebih besar dibanding kacang tanah yaitu sebesar Rp. 30.813.863.728,- berbanding Rp. 21.763.563.701,-. Nilai IRR tumpang sari kemiri sunan dengan jagung juga jauh lebih besar dari IRR tumpang sari kemiri sunan dengan kacang tanah. Tumpang sari kemiri sunan dengan jagung memiliki IRR mencapai 55%, sedangkan dengan kacang tanah hanya 37%.

Skenario peningkatan harga jual biodiesel kemiri sunan menjadi Rp 7.500 per liter juga meningkatkan kelayakan usaha secara signifikan. Pada pola tumpang sari kemiri sunan dengan kacang tanah terjadi peningkatan B/C ratio dari 1,25 untuk harga jual biodiesel Rp 5.500 per liter menjadi 1,81 untuk harga jual biodiesel Rp 7.500 per liter. Demikian juga terjadi peningkatan NPV dari Rp 21.763.563.701 menjadi Rp 36.235.492.670 dan IRR dari 37% menjadi 44%. Kondisi yang sama juga terjadi pada pola tumpang sari dengan jagung. Pada skenario harga jual biodiesel Rp 5.500 liter, B/C ratio yang diperoleh adalah 1,36, meningkat menjadi 1,93 pada saat harga jual biodiesel menjadi Rp 7.500. Selain itu, NPV juga meningkat dari Rp 30.813.863.728 menjadi Rp 45.285.792.697,- dan IRR dari 55% menjadi 63%.

Tabel 16. Kelayakan berbagai skenario pola tanam kemiri sunan

Skenario	Total Biaya (Rp 000)	Total Penerimaan (Rp 000)	Keuntungan (Rp 000)	NPV (Rp 000)	IRR (%)	B/C ratio
Biodiesel + kacang tanah (Rp 5.500)	143.126.461	321.620.233	178.493.772	21.763.563	37	1,25
Biodiesel + kacang tanah (Rp 7.500)	143.126.461	401.994.583	258.868.122	36.235.492	44	1,81
Biodiesel + jagung (Rp 5.500)	140.708.536	332.120.233	191.411.697	30.813.863	55	1,36
Biodiesel + jagung (Rp 7.500)	140.708.536	412.494.583	271.786.047	45.285.792	63	1,93



Gambar 43. Polatanam Kemiri Sunan TBM dengan Jagung dan Kacang Tanah

b. Kemiri sunan dengan tanaman kopi

Kemiri sunan juga dapat ditumpangsarikan dengan tanaman tahunan yang adaptif terhadap naungan seperti kopi. Kemiri sunan berperan sebagai penaung untuk tanaman kopi sementara kopi ditanam sebagai tanaman sela diantara kemiri sunan dalam upaya mengoptimalkan penggunaan lahan (Gambar 44). Tanaman kopi lebih cepat menghasilkan dibandingkan kemiri sunan sehingga penanaman kopi sebagai tanaman sela di antara kemiri sunan juga dapat mempercepat terjadinya aliran kas masuk (*inflow*) dalam usaha tani yang dijalankan.

c. Kemiri sunan dengan tanaman seraiwangi

Serai wangi adalah salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang potensial untuk menambah pendapatan petani. Jenis tanaman ini dapat digunakan sebagai tanaman pionir pada lahan dimana praktek budidaya tanaman belum pernah dilakukan atau pada lahan-lahan yang telah mengalami degradasi. Polatanam kemiri sunan dengan serai wangi dapat dilakukan secara sinergis dimana kedua jenis tanaman ini merupakan penghasil minyak yang saling melengkapi. Minyak atsiri dari tanaman seraiwangi

merupakan bahan baku potensial untuk menghasilkan zat aditif untuk menambah kinerja biodiesel dari minyak kemiri sunan.

Foto: M. Herman



Gambar 44. Polatanam Kemiri Sunan TBM dengan Kopi dan Seraiwangi

6.3. Program Pengembangan Kemiri Sunan

Pengembangan tanaman kemiri sunan yang merupakan penghasil energi terbarukan di Indonesia memiliki nilai strategis, tidak hanya sebagai pemasok bahan baku untuk BBN, tetapi juga dapat menunjang pengembangan wilayah yang terisolasi dan roda perekonomian di wilayah tersebut. Kemiri sunan yang memiliki potensi besar sebagai penghasil minyak nabati untuk bahan baku biofuel, akhir-akhir ini mulai mendapatkan perhatian yang intensif sehubungan dengan semakin menipisnya cadangan energi yang berasal dari fosil.

Berdasarkan kebijakan pemerintah, seperti yang tertuang dalam Peraturan Menteri (Permen) ESDM No. 25 Tahun 2013 tentang perubahan atas Peraturan Menteri ESDM No. 32 tahun 2008 tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (Biofuel), mandatori pemanfaatan biodiesel di sektor transportasi, industri komersial, dan pembangkit listrik yang tadinya 7,5% ditingkatkan menjadi 10%.

Hingga saat ini, kebutuhan solar untuk sektor transportasi sebesar 17 kiloliter (KL), pembangkit listrik sebesar 6 juta KL, dan industri komersil 26 juta KL per tahun. Berdasarkan Permen ESDM No. 25 tahun 2013 tersebut maka akan dibutuhkan biodiesel di sektor transportasi dengan campuran 10% sebesar 1,7 juta KL, pembangkit listrik dengan campuran 20% sebanyak 1,2 juta KL, dan industri dengan campuran 10% sebesar 2,6 juta KL per tahun atau seluruhnya sebesar 6,5 juta KL biodiesel per tahun (Priyanto 2014).

Kebutuhan biodiesel dalam jangka pendek dapat dipasok dari bahan baku minyak sawit yang saat ini produksinya telah mencapai 26 juta ton. Dalam jangka panjang, penggunaan minyak sawit akan berdampak terhadap kebutuhan pangan sehingga diperlukan sumber minyak nabati dari tanaman lain yang tidak mengganggu kebutuhan pangan di antaranya adalah kemiri sunan.

Berdasarkan ketersediaan bahan tanam yang ada saat ini maka dalam 30 tahun ke depan (2015-2035), kemiri sunan akan dikembangkan seluas 11 juta hektar di seluruh Indonesia. Pertanaman kemiri sunan seluas itu diharapkan dapat memasok biodiesel 2.450.630 barel per hari (Priyanto 2014).

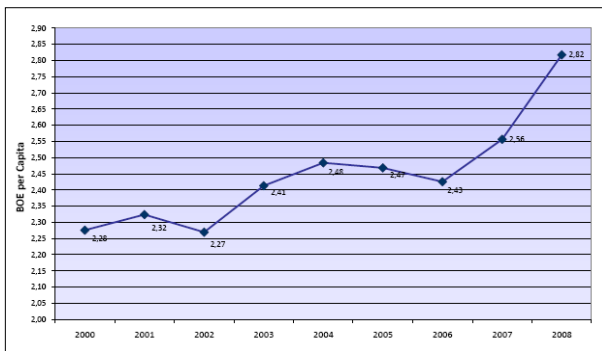
Tanaman kemiri sunan dengan habitus yang tinggi tajuk yang rindang dan jumlah daun yang banyak sangat potensial untuk mengurangi pengaruh buruk pemanasan global dan mereklamasi lahan-lahan marginal.

Sebaran tanaman kemiri sunan yang saat ini masih terbatas di Jawa Barat dan baru menghasilkan pada umur 4 tahun setelah tanam, sehingga model pengembangannya di seluruh Indonesia perlu direncanakan dan disosialisasikan secara baik agar penerapannya dapat dilakukan secara berkesinambungan.

Kemiri sunan memiliki keunggulan komparatif yang cukup baik jika dibandingkan dengan tanaman penghasil BBN lainnya. Namun, keunggulan kemiri sunan tersebut tidak mutlak karena setiap tanaman memiliki karakteristik yang berbeda. Setiap jenis

tanaman memiliki karakteristik lingkungan yang berbeda sehingga dalam pengembangannya dapat dilakukan secara simultan untuk mendukung rencana pemerintah dalam penggunaan BBN sebagai substitusi BBM.

Prospek pengembangan kemiri sunan sebagai penghasil biodiesel sangat cerah. Seperti diketahui, kebutuhan energi nasional akan terus meningkat dari tahun ke tahun. Gambar 45, menunjukkan konsumsi energi per kapita cenderung mengalami trend meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan konsumsi energi ini jika dikonversi kepada konsumsi nasional tentunya akan jauh lebih besar mengingat pertumbuhan penduduk Indonesia juga cukup besar.



Sumber: Handbook of Energi and Economic Statistics of Indonesia 2009

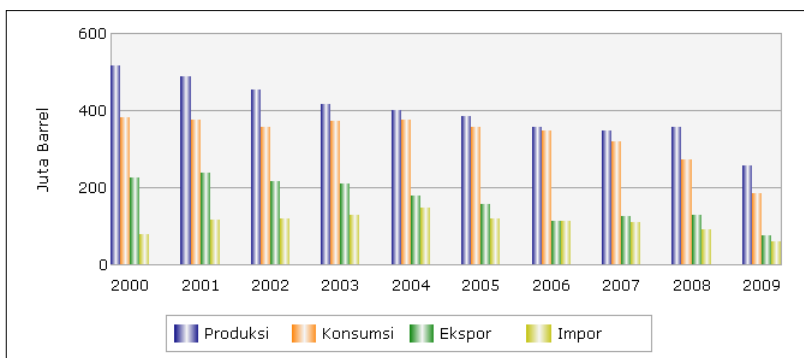
Gambar 45. Konsumsi energi per kapita nasional

Namun, jika dilihat dari tingkat konsumsi BBM, ada kecenderungan penurunan. Begitu juga dengan jumlah produksi, ekspor dan impor (Gambar 46). Kecenderungan ini terjadi karena meningkatnya penggunaan sumber energi dari sumber lain seperti batubara, gas, panas bumi dan lain – lain. Dalam road map biodiesel yang telah disusun oleh Tim Nasional Pengembangan Bahan Bakar Nabati, pada tahun 2005 – 2010,

pemanfaatan biodiesel direncanakan mencapai 10 persen konsumsi solar atau setara dengan 2,31 juta kilo liter, tahun 2011 – 2015 sebesar 15 persen setara dengan 4,52 juta kilo liter dan tahun 2016 – 2025 sebesar 20 persen atau setara dengan 10,22 juta kilo liter.

Target yang disampaikan tersebut di atas sebenarnya masih sangat realistis untuk dicapai. Hal ini mengingat, potensi sumberdaya lahan yang dapat digunakan untuk areal pertanaman bahan baku biodiesel masih sangat besar. Jumlah lahan kritis di Indonesia mencapai 30 juta hektar, dengan proporsi :

- Lahan sangat sesuai dan sesuai untuk kemiri sunan = 8 juta ha
- Lahan sangat sesuai dan sesuai untuk jarak pagar= 5,8 juta ha
- Lahan sangat sesuai dan sesuai untuk kelapa sawit = 11 juta ha



Sumber: Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral

Gambar 46. Produksi, konsumsi, ekspor dan impor minyak Indonesia, 2000-2003

VII. PENUTUP

Kelangkaan energi, khususnya bahan bakar solar yang berasal dari fosil, merangsang berbagai pihak baik pemerintah, swasta, maupun perorangan mencari alternatif bahan bakar pengganti atau yang dapat mensubstitusi kebutuhan bahan bakar solar dari sumber yang dapat diperbaharui (*renewable energy*). Di antara sumber energi terbarukan, yang dapat dengan mudah dikonversi menjadi bahan bakar cair adalah biomassa. Biomassa merupakan hasil olahan energi matahari melalui fotosintesis yang berlangsung di dalam daun. Di antara hasil olahan tersebut adalah minyak dan lemak yang terakumulasi di dalam organ tanaman. Minyak dan lemak tersebut secara umum disebut dengan minyak nabati. Minyak nabati dapat dengan mudah dikonversi menjadi biodiesel sebagai bahan bakar mesin diesel.

Hingga saat ini minyak nabati yang berasal dari kelapa sawit adalah yang paling siap untuk memproduksi biodiesel. Namun dalam jangka panjang, penggunaan jenis minyak ini akan mengganggu kebutuhan pangan. Oleh karena itu, minyak nabati untuk bahan baku biodiesel harus dari jenis tanaman non pangan. Di antara jenis tanaman non pangan, yang sangat potensial menghasilkan minyak nabati per satuan luas lahan adalah kemiri sunan. Dari kernel kemiri sunan dapat diperoleh 45-50% minyak nabati. Tanaman kemiri sunan dapat dikembangkan dan beradaptasi pada beragam agroekosistem sehingga dapat pula berfungsi sebagai tanaman konservasi. Namun untuk tumbuh dan berkembang secara optimal, diperlukan input dan pemeliharaan yang memadai.

Biodiesel memiliki karakteristik lebih baik dibanding solar. Bahan bakar solar hingga saat ini merupakan salah satu sumber energi yang banyak digunakan untuk menggerakkan mesin diesel dan kebutuhannya dari tahun ke tahun terus meningkat.

Biodiesel dari minyak kemiri sunan memiliki karakteristik yang mirip dengan solar sehingga dapat digunakan langsung pada mesin diesel tanpa modifikasi khusus. Melalui proses transesterifikasi dua tahap, minyak nabati kemiri sunan dapat menghasilkan biodiesel yang mutunya sesuai dengan ketentuan yang dipersyaratkan dalam SNI 7182:2012.

Pengembangan sumber energi terbarukan, termasuk BBN dalam jangka panjang diharapkan dapat menggantikan energi yang berasal dari fosil. Kebijakan pemerintah dalam pengembangan sumber energi baru dan terbarukan di Indonesia tertuang dalam Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006, Inpres No. 1 tahun 2006 dan telah diperbaharui dengan Perpres No. 79 Tahun 2014.

Berdasarkan kebutuhan solar untuk sektor transportasi, industri, dan pembangkit listrik saat ini diperlukan 6,5 juta kiloliter (KL) biodiesel per hari. Pengembangan kemiri sunan yang dicanangkan dengan target pengembangan seluas 11 juta hektar sampai 2030 diperkirakan dapat menyuplai kebutuhan biodiesel 2.450.630 barel per hari.

Pengembangan kemiri sunan perlu didukung berbagai subsistem dalam keseluruhan sistem agribisnis kemiri sunan dari hulu sampai hilir. Beberapa permasalahan yang diprediksi akan timbul diantaranya subsistem penyediaan input, subsistem usaha tani, pengolahan hasil, pemasaran, dan pendukungnya. Semua subsistem tersebut harus ada dalam kesatuan sistem agribisnis kemiri sunan sehingga setiap subsistem dapat berjalan dengan optimal. Dengan demikian, pengembangan kemiri sunan akan dapat berjalan sesuai dengan rencana dan menguntungkan bagi semua pihak.

Selain melibatkan sektor pertanian secara umum, secara langsung maupun tidak langsung, pengembangan kemiri sunan juga akan melibatkan sektor-sektor lain seperti industri, perdagangan, dan transportasi. Dengan demikian pengembangan kemiri sunan akan membawa dampak yang sangat besar antara

lain terhadap peningkatan pemenuhan kebutuhan bahan bakar dari sumber hayati yang terbarukan, meningkatkan pendapatan petani, meningkatkan lapangan pekerjaan, yang pada akhirnya akan meningkatkan PAD dan devisa negara.

Sebagai tanaman yang baru dikembangkan, sistem agribisnis kemiri sunan harus melibatkan berbagai pihak seperti petani, pemerintah, dan pihak swasta. Semua pihak ini harus terintegrasi sesuai dengan kompetensinya masing-masing sehingga usaha tani kemiri sunan dapat menguntungkan. Agribisnis kemiri sunan harus dilihat secara menyeluruh mulai dari hulu sampai hilir sebagai suatu sistem agribisnis dan agroindustri. Sistem agribisnis-agroindustri kemiri sunan setidaknya akan melibatkan tiga industri yaitu industri perbenihan, industri perkebunan, dan industri pengolahan.

Beberapa hasil analisis terhadap tingkat kelayakan untuk masing-masing industri tersebut sangat menguntungkan. Ketiga industri ini harus selalu terintegrasi satu sama lain karena satu industri akan sangat memengaruhi industri lainnya. Kegagalan dalam satu klaster industri akan mengganggu proses pada klaster industri lainnya. Jika proses pada pohon industri tersebut tidak berjalan dengan baik maka keberhasilan pengembangan kemiri sunan tidak akan dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajjah N., Wicaksono N.A., Syafaruddin. 2009. Karakteristik Morfologi Bunga. *Dalam* Bunga Rampai Kemiri Sunan Penghasil Biodiesel: Solusi Masalah Energi Masa Depan. Unit Penerbitan dan Publikasi Balittri. Sukabumi.
- Aunillah A., dan D. Pranowo. 2012. Karakteristik biodiesel kemiri sunan [*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw] menggunakan proses transesterifikasi dua tahap. *Buletin RISTRI* 3 (3): 193-200.
- Berry, M. Herman, D. Pranowo, dan A. Wahyudi, 2009. Karakteristik minyak kemiri sunan (*Aleurites trisperma blanco*) sebagai bahan bakar nabati. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia 2009. Biomass Utilization for Alternative Energy and Chemicals. 23 April 2009.
- Burkill, I.H. 1966. A Dictionary of The Economic Product of The Malay Peninsula Vol I (A-H). University Press Oxford. London. Castellanos, M.C., M. Medrano and C.M. Herrera.
- BSN. 2012. SNI 7182:2012 tentang Biodiesel. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Chairil Anwar, 2006. Manajemen dan Teknologi Budidaya Karet. Makalah pada pelatihan “Tekno Ekonomi Agribisnis Karet” tanggal 18 Mei 2006 di Jakarta oleh PT. FABA Indonesia konsultan. Pusat penelitian Karet.P.O. Box 1415.
- Dariah, A., A. Rachman, dan U. Kurnia. 2004. Erosi dan degradasi lahan kering di Indonesia. Hlm 1-8. *Dalam* U. Kurnia, A. Rachman, dan A. Dariah (Eds.). Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Berlereng. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat Bogor.
- Demirbas A. 2008. Biodiesel: A Realistic Fuel Alternative for Diesel Engines. Springer: Spain.
- Fukuda, H., Kondo, A., and Noda, H. 2001. Biodiesel fuel production by transesterification of oils. *J. Biosci. Bioeng.*, 92: 405—416
- Hadad, EA, Syafaruddin, N. Ajijah, M. dan Awang, 2009. Kinerja Eksplorasi Kemiri Sunan di Daerah Kabupaten Majalengka dan Kabupaten Garut, Jawa Barat. Balai Penelitian Tanaman

- Rempah dan Aneka Tanaman Industri, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Tidak Dipublikasikan.
- Hambali E, Suryani A, Dadang, Hariyadi, Hanafi H, Reksowardjoyo IK, Rivai M, Ihsanur M, Suryadarma P, Tjitrosemito S, Soerawidjaya TH, Prawitasari T, Prakoso T, Purnama W. 2007. Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hamid, A., 1991. Tanaman Kemiri. Edisi Khusus Littro Vol. VII (2): 22-31.
- Harrington, K.J. 1986. Chemical and physical properties of vegetable oil esters and their effect on diesel fuel performance. *Biomass* 9 (1): 1-17.
- Herman, M. dan D. Pranowo, 2009. Pengaruh Daya Tekan dan Warna Kernel terhadap Rendemen Minyak. Kemiri Sunan penghasil Biodiesel. Solusi Masalah Energi Masa Depan. Suatu Bunga Rampai. Balittri, Badan Litbang Pertanian. Sukabumi: p147-150.
- Herman, M. 2009. Kemiri Sunan (*Aleurites trisperma* (Blanco) Tanaman Harapan Sumber Bahan Bakar Nabati. Infotek Perkebunan. Vol.1 (2) 2009: 6
- Herman, M. dan D. Paranowo, 2010. Kemiri Sunan untuk Konservasi Tanah dan Air. Sirkuler Teknologi Tanaman Rempah dan Industri. Unit Penerbitan Balittri. 21p.
- Herman, M., dan D. Pranowo, 2010. Kemiri Sunan untuk Konservasi Tanah dan Air. Sirkuler teknologi Tanaman Rempah dan Industri. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. 15p.
- Herman M, N. Heryana, dan H. Supriadi, 2009. Prospek Kemiri Sunan Sebagai Penghasil Minyak Nabati. Bunga rampai Kemiri Sunan Penghasil Biodiesel: Solusi Mudah Energi Masa Depan. Unit Penerbitan dan Publikasi Balittri. Sukabumi.
- Herman, M., B. E. Tjahjana, dan Dani, 2013. Prospek Pengembangan Tanaman Kemiri Minyak (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) Sebagai Sumber Energi Terbarukan. SIRINOV, Vol 1, No 1, April 2013:: 1 – 10.

- Herman. M, dan D. Pranowo, 2011. Karakteristik buah dan minyak kemiri minyak (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) Populasi Majalengka dan Garut. Buletin RISTR 2 (1): 21-27.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid II. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- International Energy Agency. 2011. World Energy Outlook. International Energy Agency : France
- Intruksi Presiden (Inpres) Republik Indonesia No. 1 Tahun 2006. Tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain.
- Jamieson and McKinney. 1935. Bagilumbang or soft lumbang (*Aleurites trisperma*) oil. U.S. Departement of Agriculture.
- Ketaren S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI-Press. Jakarta.
- Knothe, G., Sharp C.A., Ryan T.W. 2006. Exhaust emissions of biodiesel, petrodiesel, neat methyl esters, and alkanes in a new technology engine. *Energy & Fuels* 20 (1): 403-408.
- LC dan Persiapan Lahan. <http://www.faperta.ugm.ac.id>. [18 Nopember 2013]
- Listyati, D., A.L. Sayekti, dan A.M. Hasibuan. 2013. Analisis Harga Pokok Produksi Benih Grafting, Biji dan Biodiesel Kemiri Sunan. Sirkuler Inovasi Tanaman Industri dan Penyegar Vol. 1, No. 1: 43-50.
- López, J.M., Gómez Á., Aparicio F., Javier Sánchez F. 2009. Comparison of GHG emissions from diesel, biodiesel and natural gas refuse trucks of the City of Madrid. *Applied Energy* 86 (5): 610-615.
- Luntungan, H.T., M. Herman, dan M. Hadad, 2009. Bunga Rampai Kemiri Sunan Penghasil Biodiesel, Solusi Masalah Energi Masa Depan. Bahan Tanaman dan Teknik Budidaya. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman industri. Hal 45-54.
- Meher, L.C., Vidya Sagar D., Naik S.N. 2006. Technical aspects of biodiesel production by transesterification—a

- review. *Renewable and sustainable energy reviews* 10 (3): 248-268.
- Mudge, S.M., Pereira, G. 1999. Stimulating the biodegradation of crude oil with biodiesel preliminary results. *Spill Science & Technology Bulletin* 5: 353–355.
- Mulyono, S., H. Pane., S. Wahyuni, dan Noeriwan B.S. 2003. Aplikasi herbisida residu rendah dalam pengendalian gulma padi walik jerami pada penyiapan lahan yang berbeda. hlm. 317-327. *Dalam* S. Agus, S.Y. Jatmiko, dan I.J. Sasa (Ed.). *Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Kualitas Lingkungan dan Produk Pertanian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Paimin, F.R. 1997. *Kemiri; Budidaya dan Prospek Bisnis*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pane, H., P. Bangun, dan S.Y. Jatmiko. 1999. Pengelolaan gulma pada pertanaman padi gogorancah dan walik jerami di lahan sawah tadah hujan. hlm. 321-334. *Dalam* S. Partohardjono, J.
- Pedoman Laboratorium Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura. 2006. Dirjen Tanaman Pangan dan Holtikultura. Departemen Pertanian.
- Peraturan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral No.25 Tahun 2013. Tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral No. 32 Tahun 2008 tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain.
- Peraturan Presiden (Perpres) Republik Indonesia No. 79 Tahun 2014. Tentang Kebijakan Energi Nasional.
- Pranowo, D. 2009. Bunga Rampai Kemiri Sunan Penghasil Biodiesel, Solusi Masalah Energi Masa Depan. Teknologi Perbenihan. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman industri. Hal 97-104.

- Pranowo, D. dan Rusli. 2012. Penampilan sifat agronomi tanaman kemiri sunan [*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw] yang berasal dari grafting dan biji. *Buletin Ristri* 3 (3): 251-256.
- Pranowo, D. 2013. Penelitian dan Pengembangan Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) mendukung Ketahanan Energi Nasional. Makalah dalam Forum Diskusi Prospek Pengembangan BBN dalam Pembangunan Ketahanan Energi Nasional, Jakarta. Badan Litbang ESDM, Kementerian ESDM, 13 Nopember 2013.
- Priyanto, A. 2014. "Puasa" Subsidi BBM oleh Susilo Siswoutomo. Penerbit PT. Zanutah Mandiri. Jakarta. 267 Halaman.
- Purseglove, J.W. 1981. *Aleurites montana* Wils. *Tropical Crops. Dicotyledone*, Vol 1 and 2 combined. The English Language Book Society and Longman. Printed in Singapore by The Print House (Pte) Ltd. : 140 – 144
- Purseglove, J.W., 1988. *Tropical crops: Monocotyledons*. Longman house, Burnt Mill, Harlow, Essex. New York, pp: 261-286.
- Pusat Perlindungan Varietas Tanaman (PPVT), 2009. Sertifikat Pendaftaran Varietas Lokal Nomor: 18/PVT/2009.
- Rajan K. and Kumar KRS. 2009. The Effect of Exhaust Gas Recirculation (EGR) on the Performance and Emission Characteristics of Diesel Engine with Sunflower Oil Methyl Ester. *International Journal of Chemical Engineering Research* 1 (1): 31–39.
- Rai, M. 2004. Fisiologi pertumbuhan dan pembungaan tanaman Manggis (*Garcinia mangostana*. L.) asal biji dan sambungan. Tesis Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Sarin A. 2012. *Biodiesel: Production and Properties*. RSC Publishing. UK.
- Simmonds, N.W. 1984. *Evolution of Crop Plants*. Edinburgh School of Agriculture. Scotland: Longman Scientific & Technical, p.278-279.
- Smith, J.S.C. and D.N. Duvick. 1988. "Germplasm collections and private plant breeders". In AHD Brown (Eds.) : The use of

- plant genetic resources. Cambridge University Press. P. 17-31.
- Soerawidjaja TH. 2009. Peran Kritis Biomassa dalam Penyediaan Energi dan Tantangan-tantangan litbangnya. Ceramah Pleno Pada Seminar Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan di Bandung. Bandung, 23 April 2009.
- Speidel, H.K., Lightner R.L., Ahmed I. 2000. Biodegradability of new engineered fuels compared to conventional petroleum fuels and alternative fuels in current use. *In* Twenty-First Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals. p: 879-897.
- Syafaruddin dan, A. Wahyudi. 2012. Potensi varietas unggul kemiri sunan sebagai sumber energi bahan bakar nabati. *Perspektif* 11 (1): 59-67.
- Sunanto, H. 1994. Budidaya Kemiri Komoditas Ekspor. Kanisius. Yogyakarta.
- Supriadi, H., K.D. Sasmita, dan U. Daras. 2009. Tinjauan Agroklimat Wilayah Pengembangan di Jawa Barat. Kemiri Sunan penghasil Biodiesel. Solusi Masalah Energi Masa Depan. Suatu Bunga Rampai. Balittri, Badan Litbang Pertanian. Sukabumi: p73-84
- Tickell J. 1982. Proceedings of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels. American Society of Agricultural Engineers. Michigan.
- USEPA. 2002. A comprehensive analysis of biodiesel impacts on exhaust emissions. Draft Technical Report. USEPA
- Vossen, H.A.M. dan B.E. Umali. 2002. Plant resources of South-East Asia No 14. Prosea Foundation. Bogor, Indonesia.
- Wiriadinata, H. 2007. Budidaya Kemiri Sunan (*Aleurites trisperma* Blanco) Sumber Biodiesel. LIPI Press. Jakarta.
- Wudianti. 2002. Membuat Setek, Cangkok dan Okulasi. P.T. Penebar Swadaya. Jakarta.

INDEX

- A. montana*2
abad2
Agroklimat 5, 97, 100, 103
agronomi.....101
Aleurites2, 16, 97, 98, 99, 102,
103
alternatif 1, 78, 93, 94
asam 4, 6, 7, 9, 11, 13, 15,
23, 25, 53, 59, 62, 108
asam α oleostearat4
Badan97, 107
Badan Litbang Pertanian4, 97,
102, 107
bahan7, 23, 34
bahan bakar7, 78, 79, 80,
82, 89, 91,93, 94, 96
baku7
Bandung.....2
Barat 2, 20, 26, 107, 108
batang..... 16, 34, 64, 67
bau8
Benih38
betina..... 20, 21, 22
Biji22, 68
Bintaro4
Biodegradable.....8
biodiesel.....72
biofuel.....82, 89
biogas.....6, 7
biopestisida.....5, 7
BPT26
briket.....7
buah 7, 21, 22, 23, 68, 76
Buah.....22, 68
bunga hermaprodit.....22
bungkil7
Burkill 16, 23, 96
Calophyllum inophyllum L. 4
Cangkok 102
carbon monoxide 8
cat 23
Cerbera manghas 4
cetane number 8
Chinese houtolie..... 2
Cilongok..... 2
Cimanggu..... 2
cina 2
Cirebon 2
Class..... 16
Crotonoideae..... 16
curah hujan..... 25
daerah 20
daging biji 4, 22, 24
Dariah96
daun..... 19, 21, 34, 64
decorticator 70
degradasi 96
Divisi 16
efektif 30, 34
ekspor 2
ekstraksi 70, 71
energi.....1, 10, 58, 89, 91,
92, 93, 94
entres 34
Euphorbiaceae..... 16
FAME 9
Famili 16
Fatty Acid methyl ester 9
Fisiologi..... 101
fordii 2
Garut 2, 20
Genus 16
Gliserol 9, 11
grafting 38

grilserol	7	4, 5, 11, 23, 26, 70, 71	
Hadad.....	99	Ketaren	23, 99
Hambali.....	9, 97	khas	16
Hamid.....	2, 26, 97	Knothe	8, 99
Harrington.....	8, 97	Koleksi	2, 26
Herman		kopi.....	107, 108
22, 23, 98, 99, 107, 108		Kosambi	4
Heyne	18, 97	krisis energi	1
hidrolik.....	70, 71	kulit.....	7, 23, 68, 76
hidrolik elektronik.....	70, 71	Kurnia	96
Indonesia	16, 26, 96, 97	lahan kering iklim kering	
industri.....	7, 99, 100	14	
Jamieson	23, 98	lahan pasca tambang timah 13,	
jantan.....	20, 21	14	
Jawa	2, 20, 26, 107, 108	latosol.....	25
Kabupaten.....	26	lingkungan	107
kakao.....	107, 108	linoleat.....	7
Kampus	2	López	98
Karawaci	2	Luntungan	99
kayu	2	Magnoliophyta	16
Kebun.....	2	Magnoliopsida	16
kelapa sawit.....	4	mahkota	20
Kementerian Pertanian.....		Majalengka	2, 20
106, 107		malai.....	21
Kemiri.....		Malpighiales	16
2, 16, 19, 25, 97, 98, 99, 100,		McKinney.....	98
102		Meher	99
kemiri racun	5	minyak	
kemiri sunan	17, 22, 26	1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 23,	
kulit buah		25, 68, 70, 71, 78, 82, 89, 90,	
5		93, 96	
Kemiri sunan		Minyak kasar	72
2, 4, 5, 18, 20, 25, 26, 33, 43,		Minyak nabati.....	5, 7, 93
68, 86, 89, 91		<i>monoeco-polygamus</i>	22
Kemiri Sunan-1	25	Mudge	8, 99
Kemiri Sunan-2	25	nabati	23
Kepuh.....	4	Nabati.....	
Kermindo 1	25	5, 68, 78, 82, 89, 90, 91, 93, 94,	
kernel		96	

nitrogen oxides	8	regosol	25
non pangan	5, 93	<i>renewable</i>	1, 8, 93
nutfah	2	<i>Reutealis trisperma</i>	2, 4, 16, 93, 96, 98, 100
Nyamplung.....	4	Rusli	100
Okulasi	102	sabun opak	77
oleat.....	7	sabun transparan	77
Ordo.....	16	<i>Schleichera oleosa</i>	4
organik.....	7, 76	Setek.....	102
palmitat.....	7	Sharp	99
pangan	4	sistem	16
particulate matter.....	8	Smith	101
pedagang	2	smoke number	8
pelumasan	8	Speidel.....	8, 101
Penelitian	2, 96, 98, 99, 100, 107	Spesies.....	16
pengepres berulir	71	<i>Sterculia foetida</i>	4
pengepresan berulir	71	sulfur	8
Percobaan.....	2	sumber	28, 76
perkebunan.....	107, 108	Sumedang.....	2
persemaian	28	sunan	2, 7, 16, 19, 22, 25, 28, 68, 100, 107, 108
Pertanian	2, 106, 107, 108	Supriadi	25
plasma.....	2, 26	Syafaruddin	96, 101
podsolik.....	25	tanah	25, 34
pohon.....	16, 17, 63	tanaman	16, 19, 21, 22, 34, 64, 100, 101, 108
Pongamia	4	tangki khusus.....	8
<i>Pongamia pinnata</i>	4	tempat.....	2, 68, 76
potensi	7	Tengah.....	2
Pranowo.....	22, 23, 98, 100, 107	Tenggara.....	2
printer	77	Tickell.....	102
pupuk.....	7, 76	Timur	107
pupuk organik	77	tinggi.....	25, 26
Purseglove	16, 100	tinta	77
Pusat	16, 96, 100, 107	Titik bakar.....	8
PVT.....	16, 100	total hydrocarbon.....	8
Rachman	96	Transesterifikasi	9
racun	7, 16, 23		
Rai	34, 101		
Rajan	8, 100		

trigliserida	7	Wicaksono	96
<i>trimonoecious</i>	22	Wiradinata	16
tumbuh	25, 67	Wiriadinata	2, 102
Umali	7, 23	wiwil	67
Universitas	106, 107	Wudianti	34, 102
USEPA	8	<i>α-elaestearat</i>	7

PROFIL PENULIS



Muhammad Syakir, lahir pada tahun 1958 di Watampone, Sulawesi Selatan. Memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar pada Program Studi Agronomi, yang diselesaikannya per tahun 1982. Pendidikan S2 dan S3 ditempuh di Institut Pertanian Bogor masing-masing selesai pada tahun 1990 dan 2005. Berkarier di Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian sejak 1984 hingga sekarang. Tugas yang telah pernah diembannya di antaranya Kepala Bidang Kerjasama dan Pendayagunaan Hasil Penelitian Puslitbang Perkebunan (2005-2006), Kepala Seksi Pelayanan Teknis Balitro (1995-2001), Kepala Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik (sekarang Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat) sejak 2006 sampai 2008, dan semenjak tahun 2008 hingga sekarang sebagai Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Jenjang fungsional Peneliti Madya diperoleh pada tahun 2005 sampai sekarang. Karya tulis ilmiah dimuat di berbagai prosiding dan jurnal ilmiah.



Diby Pranowo, lahir pada tahun 1961 di Ponorogo, Jawa Timur. Memperoleh gelar Sarjana Pertanian (Jurusan Budidaya Pertanian) di Universitas Sebelas Maret Surakarta yang diselesaikannya pada tahun 1985. Selepas dari kuliah berkarier sebagai Manajer PT. Paku Buana (1985-1986). Berkarier di lingkungan Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian sebagai peneliti budidaya tanaman sejak tahun 1989 hingga sekarang. Tugas yang pernah diembannya di antaranya sebagai konsultan dan manajemen pembangunan kebun kelapa di lahan pasang surut (1987-1993), Konsultan beberapa perusahaan di lahan kering (1993-1995), dan sebagai Pemimpin Bagian Proyek pada Sub Balitka Pakuwon (1994-

1996). Jenjang jabatan fungsional Peneliti Pertama diperoleh pada tahun 1991, Peneliti Muda tahun 1995, Peneliti Madya tahun 2003, dan Peneliti Utama diperoleh pada tahun 2013 hingga sekarang. Sejak tahun 2006 berkecimpung dan mendalami tanaman bioenergi, khususnya biodiesel. Karya ilmiahnya terkait budidaya tanaman perkebunan seperti kelapa, kelapa sawit, pandan, kakao, kopi, lada, cengkeh, pala, jambu mete, dan tanaman bioenergi seperti kemiri sunan dan jarak pagar dipublikasikan di berbagai prosiding dan jurnal ilmiah.



Maman Herman, lahir pada tahun 1962 di Sukabumi, Jawa Barat. Memperoleh gelar Sarjana Pertanian (Jurusan Ilmu Tanah) di Institut Pertanian Bogor pada tahun 1987. Berkarier di lingkungan Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian sebagai peneliti budi daya tanaman pada Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan (Puslitbangbun) sejak tahun 1989 sampai sekarang. Tugas yang pernah diemban di antaranya sebagai Kepala Seksi Pelayanan Teknis dan Jasa Penelitian pada Loka Penelitian Tanaman Sela Perkebunan dan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. Jenjang fungsional Peneliti Pertama diperoleh pada tahun 1992, Peneliti Muda tahun 1999 dan peneliti Madya diperoleh pada tahun 2003 sampai sekarang. Sejak tahun 2006 berkecimpung dan mendalami tanaman bioenergi, khususnya biodiesel. Karya ilmiahnya terkait budidaya tanaman perkebunan seperti kelapa, kelapa sawit, pandan, kakao, kopi, lada, cengkeh, pala, jambu mete, dan tanaman bioenergi seperti kemiri sunan dan jarak pagar dipublikasikan di berbagai prosiding dan jurnal ilmiah.



Abdul Muis Hasibuan, lahir pada tahun 1982 di Padangsidempuan, Sumatera Utara. Memperoleh gelar Sarjana Pertanian (Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian, Program Studi Manajemen Agribisnis) di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2005 dan Magister Sains Agribisnis pada tahun 2012 di perguruan tinggi yang sama. Penulis mengawali karier sebagai peneliti di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Badan litbang Pertanian sejak tahun 2006. Selain sebagai peneliti, penulis juga pernah mengemban tugas sebagai Kepala Seksi Pelayanan Teknis dan Jasa Penelitian pada Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. Jenjang fungsional Peneliti Pertama diperoleh pada tahun 2009 dan jenjang Peneliti Muda pada tahun 2014 sampai sekarang. Sejak tahun 2006, penulis banyak terlibat dalam penelitian tanaman bioenergi dan telah menghasilkan beberapa karya tulis ilmiah. Selain tanaman bioenergi, penulis juga telah menghasilkan berbagai karya tulis ilmiah yang telah diterbitkan pada jurnal ilmiah, prosiding, bunga rampai, dan buku untuk komoditas lada, jambu mete, kopi, dan kakao.



BUDI DAYA dan AGRIBISNIS

Kemiri Sunan

Sumber Bahan Bakar Nabati

Kemiri Sunan [*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw] adalah salah satu jenis tanaman penghasil minyak nabati yang sangat potensial untuk bahan baku biodiesel. Minyak nabati dari tanaman ini diharapkan menjadi salah satu sumber energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar biodiesel. Untuk mendukung upaya itu maka budidaya dan agribisnisnya tanaman ini perlu diketahui oleh masyarakat. Karena sebaran kemiri sunan masih terbatas di Jawa Barat maka untuk pengembangan tanaman ini secara lebih luas di seluruh wilayah Indonesia memerlukan strategi, perencanaan dan koordinasi yang baik dari semua pihak terkait.

Informasi dalam buku ini merupakan hasil penelitian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian selama lima tahun terakhir.



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jalan Ragunan No. 29, Pasarmingu, Jakarta 12540
Telp. 021-7806202, Faks. 021-7800644

ISBN 978-602-344-015-3



9 786023 440153