

Perubahan iklim bukan lagi isu masa depan, namun merupakan kenyataan yang kita hadapi hari ini, dengan dampak nyata yang dirasakan oleh masyarakat, ekosistem, dan sistem produksi di berbagai belahan dunia. Dalam menghadapi tantangan global ini, solusi berbasis alam semakin mendapat perhatian karena sifatnya yang adaptif, inklusif, dan berkelanjutan. Salah satu solusi tersebut, yang sering terabaikan namun menyimpan potensi besar, adalah bambu.

Sebagai tanaman dengan pertumbuhan cepat, daya serap karbon tinggi, dan nilai ekonomi yang luas, bambu menawarkan kombinasi langka antara manfaat ekologi dan peluang pembangunan. Lebih dari sekadar tanaman, bambu dapat menjadi bagian dari sistem iklim yang cerdas, membantu mengurangi emisi karbon sekaligus memperkuat ketahanan masyarakat terhadap perubahan iklim.

Buku ini hadir sebagai upaya untuk mengangkat potensi tersebut ke permukaan. Melalui kajian ilmiah, hasil penelitian lapangan, dan tinjauan kebijakan, buku ini menyajikan gambaran utuh tentang bagaimana hutan bambu dapat berperan dalam dua pilar utama aksi iklim: mitigasi, melalui penyerapan dan penyimpanan karbon, serta adaptasi, lewat konservasi tanah dan air, serta peningkatan daya dukung lingkungan.

Kami percaya bahwa membangun masa depan hijau tidak cukup hanya dengan teknologi tinggi dan kebijakan besar. Kita juga perlu menengok kembali potensi lokal, seperti bambu, yang telah lama menjadi bagian dari lanskap budaya dan ekologis masyarakat, namun belum sepenuhnya dimaksimalkan dalam agenda pembangunan berkelanjutan.

Semoga buku ini tidak hanya memperkaya wawasan, tetapi juga menginspirasi langkah konkret, baik di tingkat kebijakan, penelitian, maupun praktik lapangan.

HUTAN BAMBU

Pilar dalam Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim

BAHARUDDIN | MUHAMMAD DAUD

Penerbit Mafy (PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA)
Tanah Garam, Kota Solok, Sumatera Barat 27312
Anggota IKAPI 041/SBA/2023

 penerbitmafya@gmail.com
 penerbitmafya.com
 Penerbit Mafy
 Mafy Media Literasi



HUTAN BAMBU

*Pilar dalam Adaptasi dan Mitigasi
Perubahan Iklim*

Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

HUTAN BAMBU

*Pilar dalam Adaptasi dan Mitigasi
Perubahan Iklim*

Baharuddin
Muhammad Daud



HUTAN BAMBU

Pilar dalam Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim

Penulis:

Baharuddin

Muhammad Daud

Layouter:

Sofitahm

Desain Cover:

Mafy Media

Sumber Gambar Cover:

Freepick.com

Ukuran:

x, 222 hlm., 15,5 cm x 23 cm

ISBN:

978-634-220-796-3

Cetakan Pertama:

Juli 2025

Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang. Dilarang menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA

ANGGOTA IKAPI 041/SBA/2023

Kota Solok, Sumatera Barat, Kode Pos 27312

Website: www.penerbitmafy.com

E-mail: penerbitmafy@gmail.com



KATA PENGANTAR

Perubahan iklim bukan lagi isu masa depan, namun merupakan kenyataan yang kita hadapi hari ini, dengan dampak nyata yang dirasakan oleh masyarakat, ekosistem, dan sistem produksi di berbagai belahan dunia. Dalam menghadapi tantangan global ini, solusi berbasis alam semakin mendapat perhatian karena sifatnya yang adaptif, inklusif, dan berkelanjutan. Salah satu solusi tersebut, yang sering terabaikan namun menyimpan potensi besar, adalah bambu.

Sebagai tanaman dengan pertumbuhan cepat, daya serap karbon tinggi, dan nilai ekonomi yang luas, bambu menawarkan kombinasi langka antara manfaat ekologi dan peluang pembangunan. Lebih dari sekadar tanaman, bambu dapat menjadi bagian dari sistem iklim yang cerdas, membantu mengurangi emisi karbon sekaligus memperkuat ketahanan masyarakat terhadap perubahan iklim.

Buku ini hadir sebagai upaya untuk mengangkat potensi tersebut ke permukaan. Melalui kajian ilmiah, hasil penelitian lapangan, dan tinjauan kebijakan, buku ini menyajikan gambaran utuh tentang bagaimana hutan bambu dapat berperan dalam dua pilar utama aksi iklim: mitigasi, melalui penyerapan dan

penyimpanan karbon, serta adaptasi, lewat konservasi tanah dan air, serta peningkatan daya dukung lingkungan.

Kami percaya bahwa membangun masa depan hijau tidak cukup hanya dengan teknologi tinggi dan kebijakan besar. Kita juga perlu menengok kembali potensi lokal, seperti bambu, yang telah lama menjadi bagian dari lanskap budaya dan ekologis masyarakat, namun belum sepenuhnya dimaksimalkan dalam agenda pembangunan berkelanjutan.

Semoga buku ini tidak hanya memperkaya wawasan, tetapi juga menginspirasi langkah konkret, baik di tingkat kebijakan, penelitian, maupun praktik lapangan. Terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam proses penyusunan buku ini. Kami berharap buku ini dapat menjadi rujukan penting bagi akademisi, pembuat kebijakan, praktisi kehutanan, dan siapa pun yang peduli terhadap masa depan planet ini.

Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR -----	i
DAFTAR ISI -----	iii
DAFTAR TABEL -----	vii
DAFTAR GAMBAR -----	ix
BAB 1 PENDAHULUAN -----	1
BAB 2 SUMBER DAYA HUTAN DAN PEMANASAN GLOBAL ---	5
2.1. Sumber Daya Hutan: Definisi, Fungsi, dan Manfaat -----	5
2.2. Peranan Hutan dalam Mitigasi Pemanasan Global -----	6
BAB 3 MENGENAL HUTAN BAMBU -----	8
3.1. Jenis-jenis Bambu dan Persebarannya di Dunia dan Indonesia	8
3.2. Ekologi dan Karakteristik Bambu-----	10
3.3. Sistematika dan Morfologi-----	12
3.4. Potensi Bambu di Indonesia -----	13
3.5. Pemanfaatan Bambu-----	14
3.6. Perbedaan Bambu dengan Hutan Konvensional -----	15
3.7. Nilai Ekonomi, Sosial, dan Budaya Bambu -----	17
BAB 4 HUTAN BAMBU RAKYAT -----	19
4.1. Potensi dan Permasalahan Hutan Bambu Rakyat-----	19
4.2. Hutan Rakyat Bambu dan Manfaatnya -----	21
4.3. Potensi Bambu dalam Konservasi Lingkungan dan Penyerapan Karbon -----	23
4.4. Kebijakan Pengelolaan Hutan Bambu-----	25
BAB 5 PERTUMBUHAN TEGAKAN BAMBU -----	27
5.1. Pertumbuhan Bambu-----	27
5.2. Perbaikan Tegakan Bambu -----	29
5.3. Strategi Peningkatan Produktivitas Tegakan Bambu -----	31
BAB 6 BIOMASSA BAMBU -----	33
6.1. Pengertian dan Peran Biomassa Bambu-----	33
6.2. Biomassa dan Komponen Penyusunnya -----	35
6.3. Komponen dan Distribusi Biomassa Bambu-----	37

BAB 7 STOK KARBON, SERAPAN KARBON, DAN SIKLUS KARBON	39
7.1. Stok Karbon dan Serapan Karbon	39
7.2. Siklus Karbon	41
BAB 8 PENDUGAAN BIOMASSA DAN KARBON BAMB	43
8.1. Metodologi Pendugaan Biomassa	43
8.2. Estimasi Karbon Tersimpan	45
8.3. Pendugaan Serapan Karbon Bambu	46
8.4. Tantangan dan Implikasi	48
BAB 9 POTENSI BAMB	49
9.1. Potensi dan Penyebaran Tegakan Bambu	49
9.2. Potensi Sosial Tegakan Bambu	51
9.3. Potensi Ekonomi Tegakan Bambu	52
9.4. Potensi Ekologis dan Pelayanan Ekosistem Bambu	53
9.5. Potensi Bioenergi Bambu	55
BAB 10 PERAN HUTAN BAMB	57
PERUBAHAN IKLIM	57
10.1. Kemampuan Bambu Menyerap Karbon	57
10.2. Pertumbuhan cepat dan potensi biomassa.	59
10.3. Perbandingan kapasitas bambu vs. pohon	60
10.4. Studi Kasus dan Data Ilmiah Pendukung	61
BAB 11 PERAN HUTAN BAMB	63
PERUBAHAN IKLIM	63
11.1. Bambu sebagai Penahan Erosi dan Penyimpan Air Tanah	64
11.2. Bambu sebagai Penyerap Karbon Efektif (Carbon Sequestration)	64
11.3. Hutan Bambu sebagai Pelindung Keanekaragaman Hayati	65
11.4. Peran Sosial-Ekonomi Hutan Bambu dalam Adaptasi Masyarakat Lokal	65
11.5. Potensi Rehabilitasi Lahan Kritis dengan Bambu	66
11.6. Ketersediaan Bahan Baku Adaptif (Ekowisata, Bahan Bangunan Tahan Iklim)	66
11.7. Contoh Praktik Baik (Best Practices) di Lapangan	67
BAB 12 STRATEGI PENGELOLAAN DAN KONSERVASI HUTAN BAMB	68
12.1. Praktik Budidaya dan Pemanenan Berkelanjutan	69
12.2. Kelembagaan dan Kebijakan Pendukung	71
12.3. Peran Masyarakat Adat dan Lokal	72
12.4. Tantangan dan Peluang	73
BAB 13 INOVASI DAN PEMANFAATAN BAMB	74
EKONOMI HIJAU	74

13.1.	Produk Bambu Inovatif (Bioenergi, Tekstil, Arsitektur Hijau)	75
13.2.	Peran UMKM dan Ekonomi Sirkular Berbasis Bambu	77
13.3.	Peluang Ekspor dan Industri Kreatif Ramah Lingkungan	78
BAB 14 STUDI KASUS DAN <i>BEST PRACTICE</i>		80
14.1.	Studi di Indonesia	80
14.2.	Studi Internasional (China, India, Afrika)	81
14.3.	Kisah Sukses Masyarakat Lokal dan LSM	82
BAB 15 KARAKTERISTIK, POTENSI DAN PENYEBARAN TEGAKAN BAMBU DI SULAWESI SELATAN		84
15.1.	Karakteristik Tegakan Bambu di Sulawesi Selatan	84
15.2.	Potensi dan Penyebaran Tegakan Bambu di Sulawesi Selatan	89
BAB 16 PRAKTEK PENGELOLAAN HUTAN BAMBU DI SULAWESI SELATAN		106
16.1.	Pengelolaan Hutan Bambu di Sulawesi Selatan	106
16.2.	Karakteristik Pertumbuhan Bambu di Sulawesi Selatan	107
16.3.	Silvikultur dan Perawatan Tegakan Bambu untuk Produksi Berkelanjutan	110
16.4.	Praktek Perbaikan Tegakan Hutan Bambu di Sulawesi Selatan	111
16.5.	Pengelolaan Rumpun Bambu secara Berkelanjutan	112
BAB 17 PENGOLAHAN DAN PEMANFAATAN BAMBU DI SULAWESI SELATAN		115
17.1.	Pengolahan Bambu	115
17.2.	Pemanfaatan Bambu	116
BAB 18 DAMPAK LINGKUNGAN PENGOLAHAN BAMBU DI SULAWESI SELATAN		126
18.1.	Dampak Positif Pengolahan Bambu terhadap Lingkungan	126
18.2.	Dampak Negatif yang Perlu Dikelola	127
18.3.	Strategi Mitigasi Dampak Lingkungan	132
18.4.	Peran Pemerintah dan Masyarakat dalam Perlindungan Lingkungan	137
BAB 19 SOSIAL EKONOMI PETANI HUTAN BAMBU (STUDI KASUS HUTAN BAMBU RAKYAT DI KECAMATAN TANRALILI, KABUPATEN MAROS)		139
19.1.	Karakteristik Petani Hutan Bambu	139
19.2.	Produksi Bambu Rakyat	149
19.3.	Analisis Biaya Pembangunan Hutan Bambu Rakyat	156
19.4.	Analisis Tingkat Ketergantungan Produk Bambu Hutan Bambu Rakyat	164
19.5.	Analisis Finansial Pembangunan Hutan Bambu Rakyat	165
19.6.	Analisis Pemasaran Produk Bambu	170

BAB 20 PENGELOLAAN HUTAN BAMBU BERKELANJUTAN (STUDI KASUS HUTAN BAMBU RAKYAT DI KECAMATAN TANRALILI, KABUPATEN MAROS) -----	172
20.1. Potensi Tegakan Bambu Parring -----	172
20.2. Pola Pemanenan Bambu -----	175
BAB 21 DIVERSIFIKASI PRODUK BAMBU DALAM PENGELOLAAN BAMBU RAKYAT BERKELANJUTAN (STUDI KASUS HUTAN BAMBU RAKYAT DI KECAMATAN TANRALILI, KABUPATEN MAROS) -----	183
21.1. Pemanfaatan dan Produk Industri Pengolahan Bambu -----	183
21.2. Simulasi Skenario Model Diversifikasi Produk -----	187
BAB 22 REKOMENDASI DAN ARAH KEBIJAKAN PENGELOLAAN BAMBU -----	192
22.1. Kebijakan yang Perlu Didorong di Tingkat Nasional dan Daerah -----	192
22.2. Integrasi Bambu dalam Strategi Adaptasi dan Mitigasi Nasional -----	193
22.3. Peluang Kerjasama Multistakeholder (Pemerintah, Swasta, NGO) -----	194
DAFTAR PUSTAKA -----	195
PROFIL PENULIS -----	220



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rotasi Panen Bambu (<i>Dendrocalamus asper</i>).....	30
Tabel 2 Luas Areal Pengembangan dan Produksi Bambu di Sulawesi Selatan	89
Tabel 3 Potensi dan Penyebaran Bambu di Sulawesi Selatan Berdasarkan Jenisnya.....	91
Tabel 4 Penyebaran Bambu di Sulawesi Selatan	93
Tabel 5 Luas Hutan Bambu di Sulawesi Selatan	97
Tabel 6 Potensi Tegakan Bambu di Sulawesi Selatan	99
Tabel 7 Karakteristik Petani Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili	140
Tabel 8 Tingkat Pendidikan dan Jenis Pekerjaan Petani Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili	142
Tabel 9 Jumlah Anggota Keluarga Petani Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili	145
Tabel 10 Luas Lahan Petani Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili	147
Tabel 11 Tujuan Produksi dan Besarnya Produksi Bambu Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili	153
Tabel 12 Analisis Biaya Pembangunan Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili	157
Tabel 13 Analisis Pendapatan Bambu Bulat Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili.....	159

Tabel 14 Analisis Pendapatan Rebung Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili	160
Tabel 15 Analisis Pendapatan Meubel Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili	161
Tabel 16 Analisis Pendapatan Tusuk Sate dan Anyaman Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili.....	162
Tabel 17 Analisis Pendapatan Total dari Produk Bambu Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili	163
Tabel 18 Analisis Persentase Kontribusi Total Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili.....	165
Tabel 19 Analisis Cash Flow Pembangunan Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili.....	169
Tabel 20 Analisis Finansial Pembangunan Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili	169
Tabel 21 Potensi Tegakan Bambu Parring pada Hutan Rakyat di Kecamatan Tanralili, Kabupaten Maros.....	175
Tabel 22 Hasil Tabulasi Jumlah Pemanenan Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili.....	177
Tabel 23 Nilai Ekonomi Ekvivalen Satu Batang Bambu untuk Masing-Masing Produk Bambu	189
Tabel 24 Cumulative Discount Net Benefit Beberapa Produk Bambu pada Berbagai Skenario	191



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rumpun Bambu	13
Gambar 2 Tegakan Bambu Parring (<i>Gigantohloa atter</i>) Berumpun (simpodial) di Kecamatan Tanralili Kabupaten Maros	23
Gambar 3 Peta Sebaran Bambu di Provinsi Sulawesi Selatan.....	94
Gambar 4 Peta Sebaran Bambu di Kabupaten Gowa	94
Gambar 5. Peta Sebaran Bambu di Kabupaten Maros	95
Gambar 6 Peta Sebaran Bambu di Kabupaten Sinjai	95
Gambar 7. Peta Sebaran Bambu di Kabupaten Soppeng	96
Gambar 8. Peta Sebaran Bambu di Kabupaten Tana Toraja	96
Gambar 9. Rumpun Bambu dengan komposisi umur kurang 1 tahun dan 1 tahun.	100
Gambar 10. Penebangan Bambu dengan Umur 1 tahun yang lebih banyak.....	102
Gambar 11. Total Rumpun Bambu di Sulawesi Selatan	103
Gambar 12. Total Batang Bambu di Sulawesi Selatan.....	103
Gambar 13. Rumpun bambu yang tidak dilakukan penebangan jumlah anakan sedikit.....	105
Gambar 14. Rumpun Bambu yang Dilakukan Penebangan Dengan Jumlah Anakan yang Banyak.....	105
Gambar 15 Persentase Pendapatan dari Produk Bambu Hutan Bambu	124

Gambar 16 Beberapa Produk Pemanfaatan Bambu di Sulawesi Selatan.....	125
Gambar 17. Persentase Kelompok Umur Petani Hutan Bambu Rakyat	141
Gambar 18 Persentase Jenis Kelamin Petani Hutan Bambu Rakyat	141
Gambar 19. Persentase Tingkat Pendidikan Petani Hutan Bambu Rakyat	143
Gambar 20 Persentase Jenis Pekerjaan Utama Petani Hutan Bambu Rakyat	144
Gambar 21 Persentase Penggunaan Lahan Petani Hutan Bambu Rakyat	149
Gambar 22 Persentase Pendapatan dari Produk Bambu Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili	164
Gambar 23 Nilai IRR dengan interpolasi Nilai NPV	170
Gambar 24. Potensi Tegakan Bambu Berdasarkan Kelas Umur	176
Gambar 25 Konseptualisasi Pola Pemanenan Bambu Rakyat Di Kecamatan Tanralili	178
Gambar 26 Trend Perkembangan Hutan Bambu Rakyat Di Kecamatan Tanralili dengan Pola Panen Saat Ini	179
Gambar 27. Model Simulasi Pemanenan dalam Pengelolaan Hutan Bambu Rakyat Berkelanjutan Di Kecamatan Tanralili dengan Pola Panen Maximum Sustainable Yield	179
Gambar 28 Persentase Pemanfaatan Produk Bambu Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili.....	187
Gambar 29 Model Simulasi Skenario Diversifikasi Produk Bambu	188



BAB 1

PENDAHULUAN

DENGAN kekayaan ekosistem dan kondisi iklim tropis yang mendukung, wilayah Indonesia menjadi habitat bagi lebih dari 160 jenis bambu, di mana lebih dari setengahnya merupakan spesies endemik yang tidak ditemukan di tempat lain (Widjaja, 2001). Keberadaan hutan bambu, baik alami maupun hasil budidaya, tersebar luas dari pesisir hingga pegunungan dan memainkan peran vital dalam penyediaan jasa lingkungan, seperti bahan baku alternatif, hasil hutan bukan kayu (HHBK), serta perlindungan tanah, konservasi air, dan penyerapan karbon. Potensi ini menjadikan bambu sebagai elemen penting dalam pendekatan berbasis ekosistem untuk mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim.

Di tengah upaya global menurunkan emisi, deforestasi dan degradasi hutan masih menjadi penyumbang signifikan pelepasan

karbon ke atmosfer—diperkirakan mencapai 17–20% dari total emisi gas rumah kaca (GRK) global (Olander et al., 2009; Rogner et al., 2007). Kehilangan tutupan hutan tidak hanya berdampak pada hilangnya habitat dan keanekaragaman hayati, tetapi juga menyebabkan pelepasan ganda karbon, mengingat cadangan karbon dunia yang tersimpan di vegetasi hutan diperkirakan mencapai sekitar 4.500 Gt CO₂, jauh melampaui jumlah karbon yang tersimpan di atmosfer (Wardoyo, 2009).

Dalam konteks ini, hutan bambu menawarkan peluang unik untuk mengisi ruang kebijakan dalam rehabilitasi lahan dan pengendalian emisi. Bambu, sebagai tanaman cepat tumbuh dengan kapasitas serapan karbon tinggi dan kemampuan regeneratif yang kuat, dapat menjadi bagian dari solusi rendah emisi yang berbasis ekosistem. Pemanfaatan bambu sebagai bagian dari strategi restorasi hutan dan rehabilitasi lahan terdegradasi dapat membantu menekan laju deforestasi sembari menciptakan cadangan karbon baru yang terukur dan berkelanjutan.

Pemerintah Indonesia sendiri telah menempuh langkah-langkah strategis untuk menekan laju emisi, seperti melalui kebijakan moratorium hutan, keterlibatan dalam skema REDD+, serta komitmen penurunan emisi sebesar 26% secara mandiri (atau 41% dengan dukungan internasional). Dalam kerangka ini, bambu dapat diposisikan sebagai komponen kunci dalam program restorasi dan aksi iklim nasional, terutama jika didukung dengan sistem MRV (*Measurable, Reportable, Verifiable*) yang memungkinkan pelaporan penyerapan karbon dari tegakan bambu secara transparan dan kredibel (INBAR, 2009).

Di tengah tekanan tersebut, bambu muncul sebagai alternatif ramah lingkungan. Dikenal sebagai “*timber of the 21st century*”, bambu memiliki pertumbuhan sangat cepat yang memungkinkan penyerapan karbon besar dalam waktu singkat (Anitha et al., 2008; Singh & Singh, 1998). Tegakan bambu yang

dikelola secara intensif menunjukkan tingkat serapan karbon yang kompetitif dengan pohon cepat tumbuh, bahkan sangat menjanjikan dalam rehabilitasi lahan kritis (INBAR, 2009). Meta-analisis oleh Nath et al. (2015), melaporkan laju penyerapan karbon bambu mencapai 13–24 ton C/ha/tahun tergantung spesies dan lokasi (Sympodial *Bambusa bambos* dan monopodial *Phyllostachys* spp.). Penelitian serupa dari MDPI yang meneliti bambu Moso menyimpulkan bahwa pengelolaan intensif meningkatkan cadangan karbon baik di biomassa maupun tanah.

Di tengah ancaman perubahan iklim global, dunia semakin mencari solusi berbasis alam yang cepat, efektif, dan berkelanjutan. Salah satu jawaban yang kerap luput dari perhatian adalah bambu—tanaman yang tumbuh cepat, serbaguna, dan menyimpan potensi luar biasa dalam mendukung agenda mitigasi dan adaptasi iklim. Bambu tidak hanya menyerap karbon dalam jumlah signifikan, tetapi juga menguncinya dalam bentuk produk jangka panjang seperti panel bangunan dan furnitur rendah emisi (Pan et al., 2023). Artinya, bambu tak sekadar menyerap karbon, tapi juga menyimpannya secara stabil dalam rantai pasok yang berkelanjutan. Potensi ini memberi nilai tambah strategis dalam skema *carbon farming* serta menjadi elemen penting dalam transisi menuju ekonomi rendah karbon.

Dalam konteks adaptasi perubahan iklim, bambu menunjukkan peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan, khususnya dalam konservasi tanah dan air. Studi di Kenya yang dipublikasikan dalam jurnal MDPI mengungkap bahwa area yang ditanami bambu memiliki laju infiltrasi air yang jauh lebih tinggi dibandingkan kawasan berhutan pohon konvensional, menjadikannya lebih tangguh terhadap risiko erosi dan kekeringan. Temuan serupa diperkuat oleh penelitian di wilayah Western Himalaya, yang menunjukkan bahwa sistem perakaran bambu yang dalam dan luas secara alami mampu meningkatkan struktur dan kesuburan tanah.

Hasil penelitian lapangan kami di Sulawesi memberikan bukti nyata kontribusi hutan bambu rakyat dalam upaya mitigasi

perubahan iklim. Tegakan bambu yang dikelola secara aktif terbukti memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang signifikan, jauh melebihi tegakan alami yang tidak dikelola. Secara spesifik, jenis bambu parring (*Gigantochloa atter*) mampu menyimpan hingga 31,45 ton karbon ekuivalen (Ceq) per hektar, sementara bambu betung (*Dendrocalamus asper*) menunjukkan angka yang jauh lebih tinggi, yaitu 111,22 ton Ceq/ha per siklus panen. Jika dilihat dari sisi serapan karbon tahunan, bambu parring diperkirakan menyerap sekitar 38,42 ton CO₂eq ha⁻¹ per tahun, dan bambu betung bahkan mencapai 135,92 ton CO₂eq ha⁻¹ per tahun (Baharuddin, 2013); (Baharuddin *et al.*, 2014); (Daud *et al.*, 2018). Angka-angka ini bukan sekadar statistik, melainkan bukti bahwa bambu memiliki kapasitas nyata sebagai komponen penting dalam strategi mitigasi dan adaptasi iklim, baik di tingkat nasional maupun global. Sayangnya, meskipun potensinya sangat besar, bambu masih belum memperoleh posisi strategis dalam kebijakan dan program pembangunan hijau. Hambatan utama terletak pada keterbatasan data lapangan, kurangnya pedoman teknis yang aplikatif, serta kebijakan sektoral yang masih terfragmentasi. Padahal, di banyak negara Asia—termasuk Indonesia—bambu telah lama berperan dalam kehidupan masyarakat sebagai sumber daya ekonomi, sosial, dan ekologis. Yang dibutuhkan kini adalah pengelolaan yang visioner dan lintas sektor agar potensi bambu benar-benar berkontribusi pada masa depan yang berkelanjutan..

Buku ini hadir untuk menjawab tantangan tersebut. Melalui kajian ilmiah, studi lapangan, dan refleksi kebijakan, buku ini menyuguhkan pemahaman komprehensif tentang peran strategis hutan bambu dalam mitigasi dan adaptasi iklim. Tak hanya membahas teknik pengelolaan dan inovasi pemanfaatannya, buku ini juga menawarkan arah kebijakan dan strategi integratif yang berpihak pada keberlanjutan dan keadilan iklim. Harapannya, bambu tidak lagi dipandang sebagai tanaman pinggir, melainkan sebagai pionir dalam pembangunan hijau dan solusi iklim berbasis masyarakat



BAB 2

SUMBER DAYA HUTAN DAN PEMANASAN GLOBAL

2.1. Sumber Daya Hutan: Definisi, Fungsi, dan Manfaat

HUTAN merupakan ekosistem kompleks serta habitat dominan pepohonan berdampingan dengan komponen abiotik yang saling terkait dan tidak terpisahkan (UU No.41/1999). *Encyclopedia of Forest Science* (2004) menekankan parameter biofisik — seperti tinggi pohon dan tutupan tajuk — sebagai dasar definisi hutan, yang juga diadopsi oleh Kyoto Protocol/REDD (area 0,05–1 ha, tinggi ≥ 2 –5 m, tutupan 10–30%).FAO (2006) menetapkan batasan: lahan $>0,5$ ha, pohon ≥ 5 m, dan tutupan tajuk $>10\%$, sedangkan Lorenz et al. (2010) menambah lebar minimum 20 m untuk pengakuan hutan, termasuk vegetasi seperti bambu dan palem bila memenuhi syarat tersebut.

Hutan bukan hanya kumpulan pohon melainkan sistem ekologis dan budaya dengan dimensi sosial-symbolik yang beragam per masyarakat (Sanesi et al., 2011). Johnson (2008) juga menyoroti bahwa interaksi antar pohon menciptakan struktur lebih dari sekadar jumlah individu. Sebagai ekosistem terintegrasi, hutan menyatukan komponen biotik dan abiotik—tanah, topografi, iklim, nutrisi—dalam hubungan erat. Interkonektivitas ini menjadikan hutan bagian dari jaringan darat dan perairan. Berdasarkan UU 41/1999, hutan memiliki tiga fungsi utama: konservasi, lindung, dan produksi. Manfaatnya bagi manusia terbagi menjadi manfaat langsung (produk kayu dan HHBK) dan tidak langsung (jasa ekosistem seperti oksigen, iklim mikro, dan daur air).

Teobaldelli et al. (2010) serta Pan et al. (2011) menunjukkan bahwa jasa ekosistem hutan — seperti regulasi air dan iklim, serta penyediaan kayu dan non-kayu — sangat penting. Hutan menyerap hingga sepertiga emisi karbon dari pembakaran bahan bakar fosil dan semen, menjadikannya komponen utama mitigasi perubahan iklim. Produk hutan kayu meliputi kayu gergajian, kertas, energi biomassa; sedangkan non-kayu mencakup rotan, getah, madu, dan pangan—khususnya bagi masyarakat pedalaman. Selain itu, fungsi ekologis dan rekreasinya juga vital (ekowisata, konservasi keanekaragaman hayati (Daud, 2010); (Daud, et al., 2012a); (Daud, et al., 2012b); (Daud, et al., 2013); (Daud, 2014).

2.2. Peranan Hutan dalam Mitigasi Pemanasan Global

Hutan berperan sebagai penyerap karbon (carbon sink) penting dan mitigator perubahan iklim. Deforestasi memicu sekitar 20 % emisi antropogenik global, dan sektor kehutanan memiliki potensi mitigasi GRK hingga 50 %. Menurut Malhi et al. (1999), 86 % cadangan karbon vegetasi dan 73 % cadangan karbon tanah global

tersimpan di hutan. Sejak era pra-industri (~280 ppm CO₂), konsentrasi atmosfer meningkat signifikan (≥383 ppm pada 2007), sebagian besar akibat deforestasi dan aktivitas manusia (O'Neill et al., 2007). Selain pembakaran hutan, pohon mati juga melepaskan karbon saat terdekomposisi, mempercepat pelepasan CO₂. Penyerapan CO₂ dilakukan melalui fotosintesis dan penyimpanan biomassa/tanah (Daud et al., 2014); (Daud, et al, 2015); (Daud, 2018).

Menurut Rotter et al. (2000), pengelolaan hutan yang berkelanjutan serta mekanisme perdagangan karbon (*carbon trade*) merupakan dua strategi utama yang dinilai efektif dalam menurunkan emisi gas rumah kaca secara global. Strategi ini tidak hanya berfokus pada konservasi dan restorasi hutan, tetapi juga menciptakan insentif ekonomi bagi negara dan masyarakat yang berhasil mempertahankan fungsi ekologis hutan mereka. Namun demikian, kapasitas penyerapan karbon hutan sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh sejumlah faktor seperti jenis spesies pohon, kondisi edafik (tanah), topografi, dan iklim mikro wilayah tersebut. Pemilihan spesies pohon yang memiliki kemampuan simbiosis dengan mikroorganisme pengikat nitrogen (N-fixing bacteria) atau mikoriza terbukti mampu meningkatkan cadangan karbon baik di biomassa atas permukaan maupun di dalam tanah.

Penerapan strategi seperti ini dapat memperkuat fungsi hutan sebagai penyerap karbon (*carbon sink*) dan mendukung pencapaian target emisi nol bersih (*net-zero emissions*) sesuai dengan komitmen global dalam Paris Agreement. Namun, keberhasilan implementasi strategi ini tidak lepas dari tantangan besar, termasuk meningkatnya risiko kebakaran hutan, degradasi lahan akibat perubahan iklim, serta tekanan sosial-ekonomi seperti alih fungsi lahan dan keterbatasan mata pencaharian masyarakat sekitar hutan. Oleh karena itu, pendekatan pengelolaan yang terpadu—menggabungkan ilmu kehutanan, ekologi, kebijakan publik, serta pemberdayaan masyarakat—menjadi hal yang mutlak untuk memastikan keberlanjutan fungsi ekologis dan ekonomi dari hutan sebagai penyangga utama stabilitas iklim global



BAB 3

MENGENAL HUTAN BAMBU

3.1. Jenis-jenis Bambu dan Persebarannya di Dunia dan Indonesia

BAMBU merupakan anggota subfamili *Bambusoideae* (family Poaceae) dengan keanekaragaman yang sangat luas—terdapat sekitar 1.662–1.821 spesies dalam 121–139 genus, yang tersebar dari zona tropis hingga subtropis dan region dingin, dengan ketinggian habitat berkisar dari permukaan laut hingga 4.300 m dpl dan lintang antara 47° LS hingga 50° LU (Ahmad, Upadhyay, Ding, Emamverdian, & Shahzad, 2021; Canavan, Richardson, & al., 2017). Secara global, sekitar 14 % spesies bambu (± 232 spesies) telah diperkenalkan di luar habitat asalnya, meskipun hanya sebagian kecil (0,7 %) yang menjadi invasif, seperti beberapa spesies dari genus *Bambusa* dan *Phyllostachys*.

Indonesia juga merupakan pusat keanekaragaman bambu; diperkirakan terdapat sekitar 157–161 spesies bambu dari 22 genera, di mana sekitar 50 % bersifat endemic. Keanekaragaman ini ditunjukkan oleh penemuan Flores seperti *Bambusa vulgaris*, *Bambusa maculata*, dan *Gigantochloa atter*—bambu yang juga digunakan secara lokal sebagai bahan konstruksi dan kerajinan. Di Sulawesi misalnya, tercatat 39 spesies dari 12 genus seperti *Bambusa blumeana*, *Gigantochloa atter*, hingga *Dendrocalamus asper* dalam inventaris herbarium, menunjukkan keragaman lokal yang tinggi dan potensi konservasi yang penting. Selain itu, bambu menyebar di berbagai ekosistem di seluruh nusantara—mulai dari dataran rendah hingga pegunungan, termasuk agroforest dan pinggiran sungai. Genus *Bambusa*, *Dendrocalamus*, *Dinochloa*, dan *Gigantochloa* merupakan jenis yang umum tumbuh di Sulawesi Selatan dan Nusa Tenggara, menunjukkan adaptasi ekologis yang luas.

Jenis rimpang bambu juga bervariasi secara ekologis dan fungsional. Tipe monopodial (running) mampu menyebar cepat dan memiliki potensi invasif, sedangkan tipe simpodial (clumping) tumbuh dalam rumpun, cocok untuk konservasi dan estetika lansekap. Distribusi geografis bambu sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti temperatur, curah hujan, dan jenis tanah. Secara khusus, Indonesia memiliki varietas bambu yang sangat adaptif terhadap berbagai kondisi, menjadikannya komponen vital dalam agroekosistem dan proses restorasi lahan. Secara keseluruhan, bambu mencerminkan kombinasi unik antara keanekaragaman global dan lokal: spesies tropis, temperate, dan semi-kayu, yang secara ekologis masif dan sosial-ekonomis penting. Monitoring habitat asli maupun yang terintroduksi oleh manusia akan sangat bermanfaat untuk pengelolaan, konservasi, dan pemanfaatannya ke depan.

3.2. Ekologi dan Karakteristik Bambu

Bambu adalah rumput berkayu yang tumbuh dalam dua pola dasar: clumping (rimpang simpodial) yang membentuk rumpun padat dan running (rimpang monopodial) yang menyebar cepat ke area sekitarnya lewat rimpang horizontal. Pola rimpang ini bukan hanya menentukan penyebaran vegetatif, tetapi juga memengaruhi sifat invasif dan strategi pengelolaan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bambu. Pertumbuhan bambu tergolong tercepat di antara tumbuhan darat: beberapa spesies dapat mencapai tinggi maksimal—20 hingga lebih dari 30 meter—dalam waktu hanya tiga hingga empat bulan sejak keluar dari tanah. Misalnya, *Dendrocalamus hamiltonii* dapat tumbuh hingga 12 m dalam sekitar 105 hari, dan *D. latiflorus* mencapai ketinggian 7 m dalam 82 hari (Zhang et al., 2025). Batang bambu muncul dengan diameter penuh dan barulah berkembang cabang serta daun setelah mencapai puncak tinggi maksimal; setelah itu, dinding batang mengeras dan memasuki masa pematangan selama 2–5 tahun sebelum akhirnya membusuk.

Secara struktural, batang bambu berongga dengan buku (nodes) yang berfungsi sebagai penopang mekanis dan pemutus tekanan lentur, membuatnya tahan terhadap beban dan angin (Iris Publishers, 2023). Distribusi serat-selulosa yang lebih banyak pada bagian bawah dan penurunan diameter dari pangkal hingga ujung juga membantu menjelaskan ketahanan struktur batang (Journal of Wood Science, 2024). Berkat karakteristik ini, beberapa jenis bambu memiliki tegangan tarik yang mendekati baja ringan, menjadikannya pilihan bahan bangunan alternatif.

Ketahanan ekologis bambu sangat tinggi: mereka dapat tumbuh di berbagai kondisi mulai dari tanah miskin nutrisi, dataran rendah, tebing sungai, hingga ketinggian pegunungan (± 4.000 m), serta dapat bertahan terhadap kondisi beku hingga –

25 °C, banjir musiman, dan musim kemarau singkat (Ramananantoandro et al., 2022). Bambu seperti *Bambusa vulgaris* tumbuh optimal di tepian sungai dan daerah terbuka, namun cukup toleran terhadap suhu dingin hingga -3 °C dan dataran hingga 1.500 m. Pertumbuhan bambu terjadi dalam dua fase utama: elongasi (pertumbuhan memanjang) dikendalikan oleh meristem interkalar, serta thickening (penebalan) oleh meristem meristematik lain seperti pith (Zhang et al., 2025). Proses ini berlangsung cepat—umur puncak pertumbuhan tinggi selesai sekitar 30–40 hari—sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal untuk berbagai keperluan industrial dan ekologis.

Siklus hidup batang bambu relatif singkat: setelah matang (3–5 tahun), pertumbuhan berhenti, lignifikasi proceed, dan akhirnya batang membusuk dalam 5–8 tahun. Oleh karena itu, pengelolaan bambu sering mengandalkan tebang selektif bagian tua, sehingga populasi rumpun tetap produktif—tidak memerlukan replanting total seperti dalam rotasi pohon kayu eksotis. Ekonomi ekologis bambu juga unggul dalam penyimpanan karbon dan menjaga struktur ekosistem tanah. Sistem akar-rimpang membantu meningkatkan karbon organik tanah serta memperbaiki struktur tanah sehingga mencegah erosi dan meningkatkan kesuburan (CognixPulse, 2020). Dalam agroforestri, kelaziman rimpang memudahkan perbaikan tanah dan retensi air, yang sangat penting bagi lahan miring dan daerah kritis. Secara keseluruhan, bambu menunjukkan kombinasi adaptasi ekologis, kecepatan regenerasi, kekuatan mekanis, dan fungsi lingkungan yang menjadikannya tanaman strategis untuk rehabilitasi habitat, pengembangan industri berkelanjutan, dan mitigasi iklim global (CognixPulse, 2020). Karakteristik unik ini membedakannya dari pohon kayu konvensional dan memberikan peluang besar dalam pertanian modern serta konservasi lingkungan di Indonesia dan dunia.

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi sumber daya alam bambu yang sangat besar. Terdapat sekitar 125 jenis bambu di Indonesia, baik yang sudah dibudidayakan maupun yang masih tumbuh liar dan belum banyak dimanfaatkan (Krisdianto et al., 2000). Namun demikian, hanya sekitar 20 jenis bambu yang secara umum telah dimanfaatkan dan dibudidayakan oleh masyarakat. Jenis-jenis bambu tersebut antara lain: bambu apus, bambu ater atau apel, bambu andong, bambu betung, bambu kuning, bambu hitam (wulung), bambu talang, bambu tutul, bambu cendani, bambu cangkoreng, bambu perling, bambu tamiang, bambu loleba, bambu batu, bambu belangke, bambu sian, bambu jepang, bambu gendang, bambu bali, dan bambu pagar.

Secara geografis, bambu tersebar luas di daerah tropis dan subtropis Asia. Dari sekitar 1.000 jenis bambu yang dikenal secara global dan tergolong dalam 80 genera, sekitar 200 jenis dari 20 genera ditemukan di Asia Tenggara (Widjaja, 2001). Indonesia sebagai bagian dari wilayah tersebut memiliki keanekaragaman jenis bambu yang tinggi. Bambu di Indonesia dapat tumbuh baik di daerah dataran rendah hingga daerah pegunungan dengan ketinggian mencapai 3.000 meter di atas permukaan laut. Tanaman ini umumnya ditemukan di tempat-tempat terbuka dengan kondisi bebas dari genangan air, karena bambu tidak toleran terhadap kondisi tanah yang terlalu lembap secara terus-menerus (Krisdianto et al., 2000).

3.3. Sistematika dan Morfologi

Secara taksonomi, bambu tergolong ke dalam kerajaan tumbuhan (Plantae), divisio Spermatophyta, sub-divisio Angiospermae, kelas Monokotiledoneae, ordo Poales, famili Poaceae, subfamili Bambusoideae, dengan genus utama *Bambusa*, dan spesiesnya disebut *Bambusa* sp. (Widjaja, 2001). Secara

morfologis, bambu merupakan tumbuhan yang tumbuh dalam bentuk rumpun. Batangnya berbentuk silindris, berongga (berlubang), dan memiliki ruas-ruas yang khas. Struktur percabangannya kompleks, dan setiap daunnya memiliki tangkai. Diameter batang bambu sangat bervariasi tergantung pada jenis serta lingkungan tempat tumbuhnya, dengan kisaran antara 0,5 cm hingga 20 cm. Menariknya, ukuran batang bambu dewasa dapat diperkirakan sejak awal melalui ukuran rebungnya, yaitu tunas muda bambu yang muncul dari tanah (Krisdianto et al., 2000; Widjaja, 2001).



Gambar 1. Rumpun Bambu

3.4. Potensi Bambu di Indonesia

Bambu merupakan komoditas lokal yang telah lama dikenal dan dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia. Keberadaannya sangat mudah dijumpai, khususnya di wilayah Jawa, Bali, Sulawesi Selatan, dan Sumatera. Tanaman ini memiliki banyak keunggulan,

antara lain kemudahan dalam budidaya, produktivitas tinggi, dan masa panen yang relatif singkat. Produksi bambu berkisar antara 33,4 hingga 109,2 ton per hektar per tahun, dan dapat dipanen secara berkelanjutan sepanjang tahun, sehingga menjamin ketersediaan bahan baku yang terus-menerus (Sulthoni, 1994).

Indonesia memiliki potensi hutan bambu yang cukup luas, dengan total luasan sekitar 164.312,36 hektare, yang tersebar di berbagai provinsi. Angka ini belum termasuk luasan bambu yang tumbuh di kebun-kebun milik masyarakat. Sulawesi Selatan menjadi salah satu sentra utama produksi bambu di Indonesia, dengan tegakan bambu tumbuh di lahan milik petani dalam sistem monokultur. Jenis bambu yang umum dibudidayakan di daerah ini meliputi *Gigantochloa ater*, *Schizostachyum brachycladum*, *Bambusa vulgaris*, dan *Dendrocalamus asper*, dengan potensi tegakan mencapai 8.975 batang per hektar (Sulthoni, 1983).

3.5. Pemanfaatan Bambu

Bambu merupakan tanaman multifungsi yang hampir seluruh bagiannya dapat dimanfaatkan. Batangnya yang kuat, ringan, dan mudah diolah menjadikannya bahan pilihan untuk berbagai keperluan seperti bahan bangunan, pagar, jembatan, rakit, pipa air, hingga alat musik dan peralatan rumah tangga. Dalam perkembangannya, bambu juga dimanfaatkan dalam industri modern sebagai bahan pembuat pulp, kertas, arang, plywood, furnitur, serta berbagai produk kerajinan dan suvenir yang menjadi komoditas ekspor. Rebungnya digunakan sebagai bahan pangan, bahkan telah diolah menjadi makanan kaleng, sementara daunnya umum digunakan sebagai pembungkus makanan tradisional (Krisdianto et al., 2000).

Secara kimia, bambu mengandung selulosa antara 42,4%–53,6%, lignin 19,8%–26,6%, pentosan 1,24%–3,77%, serta

holoselulosa (gabungan selulosa dan hemiselulosa) yang tinggi, yaitu sekitar 73,32%–83,80% (Krisdianto et al., 2000). Kandungan ini menjadikan bambu sebagai bahan baku yang potensial untuk industri kertas, rayon, dan bahkan bioetanol, sebagaimana telah diandalkan oleh Tiongkok dalam industri pulp dan kertasnya. Dalam bidang konstruksi, bambu telah lama digunakan sebagai bahan bangunan, khususnya di daerah tropis dan pedesaan. Fungsinya beragam, mulai dari tiang, dinding, rangka atap, hingga perancah bangunan bertingkat. Bangunan berbahan bambu dikenal ringan, tahan terhadap angin dan gempa, serta mudah diperbaiki (Morisco, 1996). Bambu juga memiliki manfaat ekologis yang signifikan. Kemampuannya dalam menghasilkan biomassa tinggi dan mencegah erosi menjadikannya tanaman yang ideal untuk konservasi. Sistem perakarannya yang kuat memperkuat partikel tanah dan menahan limpasan air, mendukung fungsi ekologis lahan yang berkelanjutan.

Budidaya bambu tergolong mudah dan tidak membutuhkan investasi besar maupun keterampilan khusus. Tanaman ini dapat tumbuh dengan perawatan minimal dan menghasilkan panen secara kontinu setelah periode pertumbuhan awal. Bentuk batang yang berongga memberi momen kelembaman tinggi, menjadikannya baik dalam memikul momen lentur. Bambu juga memiliki kekuatan tarik tinggi yang sebanding dengan baja, serta elastisitas yang mendukung ketahanannya terhadap guncangan gempa (Morisco, 1996).

3.6. Perbedaan Bambu dengan Hutan Konvensional

Bambu adalah rumput berkayu yang bukan pohon sejati, dan memiliki karakteristik unik seperti batang berongga serta rimpang bawah tanah yang tersusun dalam dua pola: clumping (rumpun) dan running (berlari). Sebaliknya, hutan konvensional

didominasi oleh spesies pohon kayu keras dengan akar tunggang dan sistem pertumbuhan sekunder, serta tidak dapat dipanen secara selektif tanpa menebang seluruh pohon. Pertumbuhan bambu berlangsung sangat cepat—beberapa jenis seperti *Phyllostachys bambusoides* mampu tumbuh hingga 120 cm dalam 24 jam—dan mencapai tinggi dewasa hanya dalam beberapa bulan, bukan puluhan tahun seperti pohon kayu keras. Sebagai perbandingan, pohon konvensional seperti fir atau oak membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk tumbuh hingga dapat ditebang secara berkelanjutan.

Dalam hal penyerapan karbon, bambu memiliki keunggulan karena periode panennya singkat namun produktivitas karbonnya sangat tinggi. Misalnya, hutan bambu *Moso* menyerap sekitar 5,09 ton karbon per hektar per tahun—1,46 kali lebih tinggi dari hutan fir dan 1,33 kali lebih tinggi dari hutan hujan tropis (Yen & Lee, 2011; turn0search0). Meski demikian, penyimpanan total karbon di ekosistem—terutama di dalam tanah—cenderung lebih besar pada hutan konvensional. Sebuah studi menunjukkan bahwa stok karbon organik di lapisan 0–30 cm tanah pada hutan alami mencapai 55,8 Mg C/ha, dibandingkan 40,7 Mg C/ha pada hutan bambu berusia 4 tahun (turn0search1).

Pengelolaan bambu memungkinkan pemanenan selektif batang tua tanpa mematikan tanaman induknya, sehingga perkebunan bambu dapat terus tumbuh dan memulihkan stok karbon secara alami. Sedangkan pada hutan pohon kayu, pohon-pohon yang ditebang tidak regenerasi secara cepat tanpa penanaman ulang, serta melibatkan dampak besar terhadap struktur ekosistem. Selain itu, bambu menyediakan produk berkepanjangan dan tahan lama ketika diubah menjadi bahan konstruksi atau kerajinan, sehingga karbon tetap tersimpan dalam produk tersebut. Produk bambu seperti papan flooring dapat memiliki jejak karbon negatif dalam siklus hidupnya, bahkan

mengurangi emisi CO₂ hingga 117 kg per unit dibanding beton atau baja (turn0search3).

Berdasarkan data global, total cadangan karbon hutan bambu bervariasi antara 94–392 Mg C/ha, yang setara atau lebih tinggi dari beberapa hutan monokultur seperti karet atau perkebunan pohon keras, namun lebih rendah dibanding hutan alami primer yang besar. Kesimpulannya, meskipun hutan konvensional menyimpan lebih banyak karbon dalam jangka panjang, bambu menawarkan keuntungan dalam hal kecepatan pertumbuhan, siklus pemanenan cepat, produktivitas karbon tinggi per tahun, dan pemanfaatan jangka panjang melalui produk berbasis karbon. Hal ini menjadikan bambu pilihan strategis untuk mitigasi perubahan iklim dan rekayasa hutan berkelanjutan.

3.7. Nilai Ekonomi, Sosial, dan Budaya Bambu

Bambu memainkan peran ekonomi penting di tingkat lokal dan nasional. Global Market Report memperkirakan nilai pasar bambu dunia mencapai USD 70,6 miliar pada 2023, dengan pertumbuhan tahunan sekitar 6,4% dan proyeksi mencapai USD 75,1 miliar pada 2024 (“Bamboo: The Versatile Resource,” 2024). Indonesia, rumah bagi sekitar 176 spesies bambu—105 di antaranya endemik—memiliki potensi besar untuk meningkatkan ekspor produk bambu seperti produk kerajinan, bangunan, dan energi terbarukan. Secara sosial, bambu menjadi sumber penghidupan bagi jutaan orang. Studi sistematis menunjukkan sekitar 2,5 miliar orang global mengandalkan sektor bambu, dengan kontribusi 13–17% dari pendapatan rumah tangga (*A way for livelihood improvement*, 2024). Peran ini tampak jelas di negara-negara berkembang, di mana bambu digunakan untuk tempat tinggal, furnitur, dan kerajinan—membantu mengangkat masyarakat dari kemiskinan.

Dalam konteks gender, kerajinan bambu juga membuka peluang pemberdayaan perempuan. Studi di Indonesia mencatat keterlibatan aktif wanita dalam kerajinan anyaman bambu,

menjadikan mereka wirausahawan mikro yang berdaya secara finansial dan sosial (Kikky Vuspitasari, Hapsari, & Siahaan, 2023). Melalui usaha ini, perempuan memperoleh kemandirian ekonomi dan meningkatkan posisi mereka dalam struktur sosial. Nilai budaya bambu tak dapat dipisahkan dari tradisi dan warisan lokal. Di banyak komunitas Asia, bambu digunakan dalam ritual adat, pembuatan alat musik, dan seni rupa. Contohnya, di Jepang, anyaman bambu mendalami identitas budaya dalam upacara minum teh (chanoyu), dan seni anyam bambu menjadi warisan yang dijaga turun-temurun.

Dari sudut lingkungan, bambu dikenal sebagai tanaman sirkular karena hampir seluruh bagiannya digunakan—dari batang hingga daun—dan menghasilkan limbah yang sangat minim (Brodjonegoro, 2023). Ini memberikan nilai tambah pada produk berbasis bambu seperti furnitur, tekstil, energi biomassa hingga karbon dan bioetanol, sekaligus mendukung ekonomi berbasis sirkular. Secara ekonomi makro, negara-negara seperti Tiongkok telah menunjukkan potensi besar bambu sebagai komoditas ekspor: industri bambu-nya diperkirakan tumbuh dari 82 miliar yuan pada 2010 menjadi 322 miliar yuan pada 2020, dan diproyeksikan melebihi triliunan yuan pada 2035. Di Indonesia, meski kontribusi terhadap pasar global masih kecil (~1%), pemerintah tengah mendorong pengembangan industri bambu melalui roadmap dan dukungan regulasi nasional.

Nilai ekonomi produk hilir bambu semakin meningkat seiring inovasi teknologi. Produk bernilai tinggi seperti flooring, panel, biochar, dan tekstil bambu kini mampu menembus pasar domestik maupun ekspor, meningkatkan nilai tambah dan pendapatan Masyarakat. Akhirnya, bambu berperan dalam pelestarian alam dan penguatan budaya melalui pariwisata dan ekowisata berbasis bambu. Industri bambu tidak hanya mempertahankan kearifan lokal, tetapi juga menarik wisatawan melalui desa bambu dan festival kerajinan. Produk bambu, seperti souvenir dari Beppu Jepang atau anyaman khas Filipina, bahkan menjadi simbol identitas nasional dan warisan budaya hidup.



BAB 4

HUTAN BAMBU RAKYAT

4.1. Potensi dan Permasalahan Hutan Bambu Rakyat

HUTAN rakyat merupakan hutan yang tumbuh di atas tanah hak milik, sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan serta diperkuat melalui Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.03/MENHUT-V/2004, yang menyatakan bahwa hutan rakyat harus memiliki luas minimal 0,25 hektar dan tingkat penutupan tajuk lebih dari 50%. Hutan rakyat memiliki fungsi ganda, baik dari sisi ekologis maupun ekonomis. Secara ekologis, keberadaan hutan rakyat berkontribusi terhadap konservasi tanah, perbaikan tata air daerah aliran sungai (DAS), dan peningkatan kualitas udara. Secara ekonomis, hutan rakyat menyediakan sumber daya berupa hasil hutan kayu dan hasil hutan bukan kayu (HHBK), seperti bambu, yang dapat dimanfaatkan

masyarakat untuk menunjang kebutuhan hidup serta sebagai bahan baku industri lokal (Awang et al., 2007).

Namun, pengelolaan hutan rakyat masih menghadapi berbagai tantangan struktural dan kelembagaan. Salah satu permasalahan utama adalah lemahnya koordinasi dan integrasi antar pelaku usaha kecil. Skala usaha yang kecil dan bersifat individual menyebabkan terbatasnya akses terhadap pasar, teknologi, dan pembiayaan. Permasalahan ini diperparah oleh lemahnya landasan hukum dan kelembagaan terkait kepemilikan serta minimnya data inventarisasi yang akurat mengenai luas dan potensi hutan rakyat, termasuk hutan bambu (Awang et al., 2007; Rijal et al., 2022). Selain itu, pengelolaan bambu cenderung tidak lestari, ditandai dengan penurunan diameter batang, jumlah rumpun, dan luas areal akibat panen yang tidak terkendali (Hardjosoediro dalam Awang et al., 2007).

Bambu sebagai salah satu komoditas HHBK memiliki potensi yang besar di Indonesia. Tanaman ini tumbuh subur di lahan milik masyarakat, khususnya di pedesaan, dan telah menjadi bagian integral dalam sistem kehutanan tropis Asia (Widjaya et al., 2005; Ghimire, 2008). Namun demikian, eksploitasi bambu dari kawasan hutan alam sering kali dilakukan tanpa izin resmi. Pedagang bambu kerap mempekerjakan masyarakat lokal untuk memanen bambu secara ilegal, terutama dari kawasan hutan lindung dan taman nasional. Akibatnya, meskipun diperkirakan terdapat sekitar lima juta hektar hutan alam bambu di Indonesia, data inventarisasi nasional yang komprehensif masih belum tersedia (Wang, 2006; Thokchom et al., 2021).

Bambu memang telah dimanfaatkan secara luas baik di daerah pedesaan maupun perkotaan. Namun kontribusinya terhadap perekonomian nasional masih relatif kecil dan belum menjadi komoditas ekspor unggulan. Padahal, beberapa penelitian

menyebutkan bahwa bambu berpotensi menggantikan kayu dalam berbagai aplikasi industri berkelanjutan, seperti konstruksi dan produk komposit (Van der Lugt et al., 2006; Amatoso et al., 2022). Untuk mengoptimalkan potensi ini, diperlukan strategi yang komprehensif, meliputi pembangunan industri hilir bambu, peningkatan kapasitas petani, serta dukungan kebijakan yang mendorong legalitas dan keberlanjutan pengelolaan hutan bambu rakyat (Liese & Köhl, 2015; Sharma et al., 2018).

4.2. Hutan Rakyat Bambu dan Manfaatnya

Sektor bambu di Indonesia menghadapi berbagai tantangan yang kompleks, seperti penebangan liar, terbatasnya luas areal tegakan, minimnya alokasi biaya pengelolaan, rendahnya nilai tambah produk, kurangnya penelitian dan pengembangan, serta tidak tersedianya data inventarisasi bambu secara nasional (Wang, 2006; Thokchom et al., 2021). Salah satu wilayah yang memiliki potensi besar dalam pengembangan bambu adalah Provinsi Sulawesi Selatan. Menurut Muin et al. (2006), tegakan bambu di Sulawesi Selatan umumnya tumbuh di atas lahan milik petani secara monokultur. Pola penanaman tersebut mencerminkan bentuk kebun bambu yang terletak dekat dengan permukiman, seperti di Kabupaten Tana Toraja dan Soppeng, atau dalam bentuk hutan bambu semi-alami seperti di Kabupaten Gowa dan Maros.

Jenis-jenis bambu yang banyak dibudidayakan di Sulawesi Selatan meliputi *Gigantochloa atter* (parring), *Schizostachyum brachycladum* (tallang, totoang), *Bambusa vulgaris* (banoa, lalo, ao), dan *Dendrocalamus asper* (pattung, betung), dengan potensi produksi mencapai sekitar 8.975 batang per hektar (Muin et al., 2006). Keberadaan jenis-jenis tersebut memberikan manfaat ekonomi secara langsung bagi masyarakat, meskipun pemanfaatan bambu masih bersifat tradisional dan sangat tergantung pada

budaya lokal. Bambu digunakan sebagai bahan bangunan (atap, dinding, rangka rumah), peralatan rumah tangga, kerajinan, dan bahkan sebagai bahan pangan dalam bentuk rebung (shoot) (Widjaya et al., 2005; Amatoso et al., 2022).

Sayangnya, luas areal bambu di Sulawesi Selatan belum teridentifikasi secara pasti karena kurangnya inventarisasi, namun terdapat indikasi penurunan luas akibat tingginya konversi lahan dan meningkatnya permintaan bambu tanpa diimbangi dengan sistem pengelolaan yang berkelanjutan (Bystriakova et al., 2003). Kurangnya pengetahuan teknis mengenai sistem panen lestari dan praktik silvikultur bambu menyebabkan degradasi potensi tegakan dari waktu ke waktu. Beberapa studi menekankan pentingnya pengelolaan berbasis komunitas dan agroforestri bambu untuk menghindari kerusakan ekosistem dan sekaligus meningkatkan pendapatan petani (Kuehl et al., 2021).

Secara morfologi, bambu merupakan tanaman perennial dengan batang beruas, berongga, dan berkayu, menyerupai pohon, namun secara taksonomi termasuk dalam keluarga rumput-rumputan (Poaceae). Bambu memiliki sistem rimpang yang kompleks serta daun berbentuk petiole tajam (Kleinheinz et al., 2000; Linvill et al., 2000; Widjaya, 2001). Walaupun bukan pohon secara biologis, bambu memiliki kandungan kimia seperti lignin dan selulosa dalam komposisi yang hampir setara dengan kayu, sehingga dapat dijadikan alternatif pengganti bahan kayu dalam industri (Schott, 2006; Liese & Köhl, 2015). Bahkan, FAO (2004) mengklasifikasikan hutan bambu dan palmae sebagai hutan karena ketinggian dan penutupan tajuk yang memenuhi syarat klasifikasi vegetasi arboreal (Liese, 2009). Oleh karena itu, penting bagi pemerintah dan pemangku kepentingan untuk mengintegrasikan hutan bambu ke dalam sistem perhutanan sosial, guna meningkatkan manfaat ekologis dan ekonomis secara berkelanjutan.



Gambar 2 Tegakan Bambu Parring (*Gigantoholua atter*) Berumpun (simpodial) di Kecamatan Tanralili Kabupaten Maros

4.3. Potensi Bambu dalam Konservasi Lingkungan dan Penyerapan Karbon

Bambu memiliki kemampuan fisiologis yang unik dalam mengubah energi radiasi matahari menjadi hasil dan jasa ekologis secara efisien dibandingkan beberapa jenis pohon (Andargatchew, 2008). Namun, secara umum belum terdapat konsensus ilmiah yang kuat bahwa bambu secara langsung mengungguli pohon dalam hal penyerapan karbon (Liese, 2009). Meski demikian, bambu menunjukkan sejumlah keunggulan ekologis dan ekonomis yang menjadikannya sebagai solusi potensial terhadap berbagai permasalahan lingkungan dan pembangunan pedesaan.

Salah satu keunggulan bambu adalah biaya eksploitasi yang rendah, proses pengolahan yang sederhana, serta kemampuannya untuk dimanfaatkan dalam berbagai bentuk (Ghimire, 2008). Pada masyarakat pedesaan dengan keterbatasan akses sumber daya dan peluang kerja, bambu menjadi sumber pendapatan yang penting.

Pandangan lama yang menyebut bambu sebagai "poor man's timber" mulai bergeser dengan kehadiran teknologi modern yang mendorong transformasi bambu sebagai bahan baku industri substitusi kayu (Zhao et al., 2019). Hal ini membuat bambu semakin relevan sebagai aset ekonomi untuk pengentasan kemiskinan, akselerasi pertumbuhan ekonomi hijau, serta perbaikan kualitas lingkungan.

Sebagai tanaman yang tergolong cepat tumbuh (*fast-growing species*), bambu memiliki potensi tinggi dalam mitigasi perubahan iklim. Bambu dapat dipanen setiap tahun dan mampu tumbuh kembali tanpa merusak sistem perakaran atau lingkungan sekitarnya. Rata-rata pertumbuhan bambu mencapai 80–300 mm per hari, menjadikannya sebagai salah satu tumbuhan dengan pertumbuhan tercepat di dunia (Laemlaksakul et al., 2006; Yang et al., 2021). Sistem tajuk yang rapat menjadikan bambu ideal untuk penghijauan wilayah terdegradasi dan rehabilitasi lahan kritis. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa bambu menghasilkan biomassa lebih tinggi per satuan luas dibanding pohon konvensional (Lai et al., 2006; Dannenmann et al., 2007).

Dalam konteks perubahan iklim, bambu memberikan kontribusi signifikan terhadap penyerapan karbon. Studi terbaru menunjukkan bahwa bambu dapat menyerap karbon hingga 12 ton CO₂/ha/tahun dan melepaskan 35% lebih banyak oksigen dibandingkan pohon (Lai et al., 2006; Brenner, 2008). Bambu juga berfungsi sebagai penyimpan karbon (*carbon sink*), terutama pada bagian batangnya, yang menyimpan karbon dalam jumlah signifikan selama fase pertumbuhannya (Kumar et al., 2010; Lou et al., 2023). Dalam sistem hutan bambu, jika tingkat fiksasi karbon lebih tinggi daripada laju dekomposisi, maka hutan tersebut dapat dikategorikan sebagai sumber penyimpanan karbon jangka panjang. Pendekatan untuk meningkatkan kapasitas penyerapan karbon melalui bambu antara lain: (a) peningkatan pertumbuhan

biomassa alami, (b) pengayaan lahan dengan jenis cepat tumbuh, dan (c) pengurangan eksploitasi intensif secara tidak lestari (Sedjo et al., 1988; Rahayu et al., 2020).

Tidak hanya dalam aspek ekologi, bambu juga memiliki nilai estetika yang tinggi. Jenis-jenis bambu tertentu digunakan dalam lanskap taman dan penghijauan kota karena bentuknya yang elegan dan nilai dekoratifnya yang tinggi (Lai et al., 2006). Dengan kombinasi manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan tersebut, bambu layak dijadikan bagian integral dari strategi pembangunan kehutanan berkelanjutan, terutama dalam konteks perhutanan sosial dan mitigasi perubahan iklim global.

4.4. Kebijakan Pengelolaan Hutan Bambu

Prinsip-prinsip pengelolaan hasil hutan yang berkelanjutan (sustainable forest management) sebagaimana diterapkan pada hutan kayu juga dapat diadaptasi untuk pengelolaan hutan bambu. Namun, perbedaan karakteristik biologis bambu menuntut pendekatan manajerial yang khas. Tidak seperti pohon berkayu yang tumbuh dari biji atau tunas apikal, bambu menghasilkan tunas baru (culm) setiap tahun dari sistem rimpang bawah tanahnya. Oleh karena itu, dasar utama penentuan jumlah batang bambu yang dapat dipanen bersumber dari pertumbuhan tahunan tiap rumpun (Stapleton et al., 1997).

Pemanfaatan bambu secara lestari mensyaratkan seleksi terhadap batang yang sudah memasuki fase matang tebang, yaitu umur tiga hingga lima tahun. Pemanenan batang yang tepat usia dapat merangsang produksi tunas baru, meningkatkan produktivitas rumpun, dan menjaga kesehatan ekosistem bambu secara keseluruhan (Hanim et al., 2010; Van der Lugt et al., 2018). Sebaliknya, praktik tebang habis pada satu rumpun atau seluruh areal hutan bambu dinilai tidak berkelanjutan karena akan

menurunkan ukuran dan kualitas batang baru dalam beberapa tahun ke depan akibat stres fisiologis pada sistem rimpang (Kleinhenz & Midmore, 2001).

Dalam konteks pembangunan kehutanan yang terintegrasi, dibutuhkan pendekatan manajemen hutan bambu secara multiguna. Tujuan utama dari manajemen multiguna adalah menciptakan keseimbangan antara manfaat ekonomi, ekologi, dan sosial yang menjadi pilar pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan (Xiao, 2001). Oleh karena itu, klasifikasi manajemen hutan bambu secara umum terbagi menjadi tiga fokus utama, yaitu: (1) memaksimalkan manfaat ekonomi (ekstraksi hasil bambu, agroforestri bambu, industri kerajinan), (2) memaksimalkan manfaat ekologi (konservasi lahan, penyerapan karbon, pengendalian erosi), dan (3) memaksimalkan manfaat sosial (penyerapan tenaga kerja, pelestarian budaya lokal, ketahanan pangan).

Dari aspek teknis, bambu merupakan sumber daya terbarukan dengan potensi pertumbuhan tinggi. Setiap rumpun bambu umumnya terdiri atas 40–50 batang, dan dapat menghasilkan tunas baru sebanyak 10–20 batang per tahun (Hanim et al., 2010; Liese & Köhl, 2015). Dalam rangka menjaga kelestarian tegakan, jumlah pemanenan ideal berkisar antara 20–30% dari total batang setiap tahun. Strategi ini tidak hanya menjaga keseimbangan antara pertumbuhan dan pemanenan, tetapi juga berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan culm baru (Lewis, 2000; Yen & Lee, 2011).

Kebijakan pengelolaan bambu di tingkat nasional dan lokal perlu mengadopsi pendekatan silvikultur berbasis ilmiah, termasuk penetapan klasifikasi umur batang, sistem rotasi panen, konservasi keragaman genetik, serta perlindungan terhadap kawasan ekosistem bambu dari alih fungsi lahan. Pengelolaan adaptif berbasis data sangat penting untuk menjamin keberlanjutan dan multifungsi hutan bambu dalam jangka panjang.



BAB 5

PERTUMBUHAN TEGAKAN BAMBU

5.1. Pertumbuhan Bambu

BAMBU merupakan anggota famili Poaceae (rumput-rumputan) yang meskipun memiliki batang berkayu, secara botani bukan termasuk kelompok pohon sejati. Bambu dikenal sebagai salah satu tanaman dengan laju pertumbuhan tercepat di dunia dan memiliki potensi tinggi dalam produksi biomassa (Dransfield & Widjaja, 1995; Midmore, 2009). Dalam satu musim pertumbuhan, terutama selama musim hujan, batang bambu dapat mencapai tinggi maksimal hanya dalam kurun waktu 2–3 bulan, tergantung spesies dan kondisi lingkungan (Brenner, 2008; Nath et al., 2009).

Pertumbuhan bambu secara umum mengikuti pola khas tanaman rimpang. Fase awal pertumbuhan bambu difokuskan pada pengembangan sistem bawah tanah (rimpang) yang berfungsi

sebagai penyimpan energi dan sumber pertumbuhan tunas baru. Oleh karena itu, pada dua tahun pertama setelah tanam, pertumbuhan vegetatif di atas permukaan tanah relatif lambat, karena sebagian besar energi dialokasikan untuk penguatan rimpang (Nath et al., 2009; Malanit, 2009). Setelah masa dormansi relatif tersebut, pertumbuhan menjadi sangat cepat, dan batang baru dapat mencapai tinggi 20–30 meter hanya dalam beberapa bulan (Van der Lugt, 2008).

Beberapa penelitian mencatat kecepatan pertumbuhan bambu yang luar biasa. Dalam kondisi optimal, beberapa spesies dapat tumbuh antara 30–100 cm per hari, bahkan mencapai 121 cm dalam 24 jam seperti tercatat pada spesies tertentu di Jepang (Ueda, 1960 dalam Hogarth, 2006). Tunas *Bambusa tulda* diketahui dapat tumbuh rata-rata 70 cm per hari (Dransfield et al., 1995), sementara *Dendrocalamus asper* mampu mencapai ketinggian maksimal dalam waktu kurang dari satu tahun di daerah tropis (Malanit, 2009). Pertumbuhan batang secara vertikal akan berhenti setelah tinggi maksimal tercapai, dan bambu akan memasuki fase pematangan. Dalam fase ini, tidak terjadi lagi elongasi, tetapi berlangsung proses lignifikasi dinding sel, peningkatan berat jenis, dan pengurangan kadar air, sehingga batang menjadi lebih kuat dan padat secara mekanik (Liese & Köhl, 2015).

Secara fisiologis, kemampuan rumpun bambu dalam menghasilkan tunas baru atau *ramets* ditentukan oleh cadangan karbohidrat yang tersimpan di dalam rimpang, yang berasal dari hasil fotosintesis daun tajuk (Li et al., 1998; Oshima, 1961). Faktor kerapatan batang juga turut memengaruhi produktivitas rumpun. Rumpun yang terlalu rapat cenderung menghambat penetrasi cahaya dan ruang tumbuh, sehingga mengurangi laju fotosintesis dan menurunkan produksi glukosa yang penting untuk regenerasi tunas (Isagi et al., 1997).

Ekspansi rumpun bambu juga ditentukan oleh keseimbangan antara konsumsi energi untuk pertumbuhan vertikal dan akumulasi energi pada rimpang. Bila energi lebih banyak digunakan untuk pertumbuhan batang tanpa dukungan tajuk yang memadai, maka akan terjadi pengurasan energi dari cadangan rimpang yang dapat menurunkan produktivitas rumpun dalam jangka panjang (Hogarth, 2006). Dengan demikian, pemahaman terhadap karakteristik pertumbuhan bambu yang unik ini sangat penting dalam strategi pengelolaan silvikultur bambu. Khususnya, dalam pengembangan hutan bambu rakyat, prinsip-prinsip seperti rotasi panen, pemeliharaan tajuk optimal, dan pengaturan kerapatan batang menjadi kunci untuk memaksimalkan produktivitas dan keberlanjutan sistem.

5.2. Perbaikan Tegakan Bambu

Produktivitas tegakan bambu sangat dipengaruhi oleh praktik silvikultur yang tepat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa produksi tunas dan biomassa bambu merupakan respons positif terhadap intervensi silvikultur yang dilakukan secara terencana dan berkelanjutan (Midmore, 2009). Oleh karena itu, sistem pengelolaan silvikultur bambu harus mempertimbangkan siklus hidup tanaman, kapasitas regenerasi rumpun, serta keseimbangan antara panen dan pemeliharaan tegakan.

Salah satu sistem pengelolaan yang umum diterapkan adalah sistem tebang pilih (*selective felling system*), yang mengutamakan pemanenan batang-batang yang telah mencapai usia dan kondisi masak tebang. Sistem ini dikombinasikan dengan kegiatan perawatan intensif seperti pembersihan rumpun, pemangkasan, penjarangan, serta pengendalian gulma dan hama (Liese & Köhl, 2015). Unit dasar pengelolaan bambu adalah rumpun (*clump*), yang menjadi fokus dalam menentukan jumlah batang

yang dapat dipanen tanpa menurunkan kemampuan regeneratifnya.

Batang bambu yang layak tebang umumnya berusia antara 3 hingga 5 tahun, bergantung pada spesies, iklim, dan kualitas lahan (Kleinhenz & Midmore, 2001). Pemanenan batang yang telah tua tidak hanya meningkatkan kualitas produk bambu, tetapi juga merangsang pertumbuhan tunas baru dari rimpang. Sebaliknya, pemanenan yang tidak selektif atau berlebihan dapat menurunkan produktivitas jangka panjang, mengurangi diameter batang, dan melemahkan struktur rumpun (Stapleton et al., 1997).

Tujuan utama dari perbaikan tegakan bambu adalah menjamin produksi biomassa yang optimal secara berkelanjutan, sekaligus mempertahankan kapasitas regeneratif rumpun. Hal ini hanya dapat dicapai melalui manajemen yang berbasis pada prinsip ekologi tanaman bambu, termasuk pengaturan siklus panen, pemeliharaan rimpang, serta perlindungan terhadap degradasi lingkungan. Dengan menerapkan teknik silvikultur adaptif yang sesuai, tegakan bambu tidak hanya dapat menghasilkan produk ekonomi yang berkelanjutan, tetapi juga berkontribusi terhadap restorasi lahan terdegradasi, konservasi tanah, dan peningkatan cadangan karbon (Kumar et al., 2010).

Tabel 1. Rotasi Panen Bambu (*Dendrocalamus asper*)

Tahun ke-	Kegiatan Silvikultur	Keterangan
1	Penanaman bibit, penyulaman, penyiraman	Tidak ada panen, fokus pada pembentukan rimpang
2	Perawatan gulma, pemupukan	Belum panen; akumulasi karbohidrat dan energi di rimpang
3	Seleksi batang masak tebang (3 tahun), panen pertama	Panen selektif 10–20 batang/rumpun

4	Panen batang umur 3 tahun berikutnya	Pemanenan bertahap, pemupukan pasca panen
5	Panen rutin batang umur 3–5 tahun	Stabilisasi produksi
6–∞	Rotasi berulang setiap tahun: panen 20–30% batang/rumpun	Produksi berkelanjutan jika pengelolaan tepat dan tidak tebang habis rumpun

Catatan:

Rumpun bambu dewasa: dapat menghasilkan 40–60 batang, dan tumbuh 10–20 batang/tahun.

Rotasi panen dilakukan setiap tahun setelah umur panen tercapai.

Panen dilakukan selektif: hanya batang berumur ≥ 3 tahun, sehat, dan berdiameter optimal.

5.3. Strategi Peningkatan Produktivitas Tegakan Bambu

Peningkatan produktivitas tegakan bambu memerlukan pendekatan terpadu yang menggabungkan budidaya intensif, teknologi silvikultur, serta pemberdayaan masyarakat. Strategi-strategi berikut telah terbukti efektif dalam berbagai penelitian ilmiah:

1. Seleksi Jenis Unggul dan Adaptif

Pemilihan jenis bambu yang cepat tumbuh, berdiameter besar, dan tahan terhadap kondisi lokal terbukti meningkatkan produktivitas. Jenis seperti *Bambusa balcooa* dan *Dendrocalamus strictus* unggul dalam agroforestri, menghasilkan rasio lahan setara hingga 1,95–2,14 dibanding penanaman tunggal (Dev et al., 2020; Akoto & Partey, 2020). Seleksi genetik dan perbanyak vegetatif juga dapat meningkatkan kualitas bibit (Igbokwe et al., 2016).

2. Pemupukan dan Perbaikan Kesuburan Tanah

Pemupukan organik terbukti meningkatkan produktivitas tunas bambu. Aplikasi pupuk organik meningkatkan kuantitas

tunas hingga 20 % serta memperbaiki kesuburan tanah dan aktivitas mikroba (He et al., 2025). Sistem komposit dengan pupuk kimia dan organik berpotensi meningkatkan hasil jangka panjang (He et al., 2025).

3. Pengaturan Kerapatan dan Penjarangan

Penjarangan batang hasil pemanenan selektif (20–30 % batang tiap rumpun) mendorong regenerasi alami dan memperkuat produktivitas batang muda (Lewis, 2000; Akoto & Partey, 2020). Intercropping bambu–tanaman pangan di India dan Ghana juga meningkatkan hasil agroforestri dan efisiensi lahan (Dev et al., 2020; Akoto & Partey, 2020).

4. Irigasi dan Manajemen Air

Pengelolaan kelembaban, terutama pada musim kemarau, sangat memengaruhi pertumbuhan tunas. Intercropping dan pengelolaan vegetatif terbukti meningkatkan retensi air dan stabilitas lahan (Akoto & Partey, 2020).

5. Perlindungan terhadap Hama dan Penyakit

Penerapan sanitasi lahan, pemangkasan, dan pengendalian biologis diperlukan untuk melindungi tegakan bambu dari penurunan produktivitas akibat hama dan penyakit (*Dinoderus minutus*, jamur akar).

6. Pelatihan Masyarakat dan Penguatan Kelembagaan

Partisipasi masyarakat melalui pelatihan teknis dan pembentukan kelembagaan lokal meningkatkan adopsi praktik budidaya bambu. Akan tetapi, motivasi petani perlu didukung oleh akses informasi, kapasitas manajemen, dan jaringan pemasaran (Fauziyah & Sanudin, 2020).

7. Integrasi dengan Sistem Agroforestri

Integrasi bambu dalam sistem agroforestri — seperti bambu + jagung, kacang, atau tanaman sela — telah menunjukkan peningkatan produktivitas serta keuntungan ekologi-ekonomi berkelanjutan di Asia dan Afrika (Dev et al., 2020; Igbokwe et al., 2016).



BAB 6

BIOMASSA BAMBU

6.1. Pengertian dan Peran Biomassa Bambu

BIOMASSA merupakan total massa organisme hidup yang terdapat dalam suatu ekosistem pada waktu tertentu, termasuk seluruh bagian tumbuhan seperti akar, batang, daun, dan cabang. Dalam konteks ini, bambu sebagai tanaman cepat tumbuh memiliki potensi biomassa yang besar, karena kemampuannya menyerap karbon dan memperbaharui dirinya lebih cepat dibandingkan pohon berkayu keras (Yiping et al., 2010). Bambu memiliki keunggulan sebagai penyimpan karbon karena sifat pertumbuhannya yang cepat dan padat. Bahkan, beberapa jenis bambu dapat tumbuh lebih dari satu meter dalam sehari. Kecepatan pertumbuhan ini memungkinkan akumulasi biomassa dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan pohon lain (Tippayawong et al., 2010).

Tanaman bambu juga memiliki nilai strategis dalam pengelolaan lingkungan, terutama dalam konservasi tanah dan air. Sistem perakarannya yang luas dan dalam mampu menahan erosi dan memperkuat struktur tanah, serta menyerap nutrisi dan karbon secara efisien (Yiping et al., 2010). Selain fungsi ekologisnya, bambu memiliki nilai ekonomi tinggi karena berbagai bagian tanaman ini dapat dimanfaatkan, seperti batang untuk konstruksi dan mebel, daun untuk pakan ternak, dan rebung untuk konsumsi. Oleh karena itu, potensi biomassa bambu tidak hanya penting secara ekologis tetapi juga ekonomis.

Biomassa bambu terbagi dalam dua kategori utama: biomassa di atas tanah (*above-ground biomass/AGB*) dan di bawah tanah (*below-ground biomass/BGB*). Komponen AGB mencakup batang, cabang, dan daun, sedangkan BGB mencakup akar dan rizoma (Xu et al., 2007). Kemampuan bambu menyerap karbon dari atmosfer menjadikannya salah satu solusi alami dalam mitigasi perubahan iklim. Menurut penelitian, kandungan karbon dalam biomassa bambu berkisar antara 45% hingga 50% dari berat kering total (Kim, 2009).

Peran bambu dalam skema REDD+ dan program offset karbon kini semakin penting. Sejumlah negara tropis mulai menanam bambu secara massal sebagai upaya untuk mengimbangi emisi karbon dan memperluas kawasan hijau. Dengan sifat serba guna, cepat tumbuh, dan ramah lingkungan, bambu layak menjadi subjek utama dalam penelitian biomassa hutan tropis. Oleh karena itu, pengukuran dan pemodelan biomassa bambu sangat penting untuk mengoptimalkan kontribusinya terhadap pembangunan berkelanjutan.

6.2. Biomassa dan Komponen Penyusunnya

Biomassa merupakan bentuk energi matahari yang tersimpan dalam jaringan bahan organik hidup maupun mati. Energi ini dimanfaatkan secara luas sebagai sumber energi terbarukan oleh masyarakat di seluruh dunia. Menurut Jenkins et al. (2010), sekitar 11% dari kebutuhan energi primer dunia berasal dari biomassa, dan lebih dari dua miliar orang sangat bergantung pada biomassa sebagai sumber utama energi domestik mereka. Secara ekologi, biomassa didefinisikan sebagai massa total organisme per satuan luas dan waktu, umumnya dinyatakan dalam berat kering (dry weight) atau berat kering bebas abu (ash-free dry weight) (GTOS, 2009; Chapman dalam Sutaryo, 2009). Picard et al. (2012) menyatakan bahwa biomassa dapat dihitung dari hasil perkalian antara volume tanaman dan kerapatannya.

Dalam konteks kehutanan, biomassa mencakup seluruh komponen pohon atau tanaman, baik yang berada di atas maupun di bawah permukaan tanah. Biomassa di atas tanah (above-ground biomass/AGB) mencakup batang, cabang, ranting, daun, dan kulit, sedangkan biomassa di bawah tanah (below-ground biomass/BGB) terdiri atas akar dan rimpang (Brown, 1997; Watson et al., 2007). Istilah biomassa juga sering disebut sebagai phytomass atau bioresources, dan awalnya digunakan dalam bidang ekologi untuk merujuk pada total massa tumbuhan dan hewan hidup dalam suatu ekosistem (The Asian Biomass Handbook, 2008).

Pembentukan biomassa berkaitan erat dengan proses fotosintesis, di mana karbon dioksida (CO_2) dari atmosfer diserap oleh tanaman untuk menghasilkan energi kimia yang tersimpan dalam jaringan tanaman. Ketika biomassa dibakar atau mengalami dekomposisi, karbon kembali ke atmosfer dalam bentuk CO_2 . Siklus ini berjalan seimbang jika konsumsi bahan bakar fosil tidak melampaui kapasitas alam untuk menyerap karbon. Namun,

peningkatan emisi dari energi fosil telah mengganggu keseimbangan ini, sehingga produksi biomassa dari tanaman cepat tumbuh seperti bambu menjadi penting untuk menurunkan konsentrasi CO₂ atmosfer (Panwar, 2011; Pambudi, 2008).

Clark (1979 dalam Sutaryo, 2009) membagi biomassa kehutanan menjadi beberapa subkomponen, antara lain biomassa batang, cabang, daun, akar, serta biomassa tajuk atas dan bawah. Dalam praktik pengukuran di lapangan, batang komersial diukur mulai dari permukaan tunggul hingga diameter minimum tertentu, sedangkan bagian batang yang tidak digunakan dalam industri kayu (tajuk pohon) sering kali tetap diperhitungkan dalam penilaian biomassa total. Ranting dan daun termasuk dalam biomassa non-kayu, yang perannya tidak kalah penting dalam siklus karbon dan penilaian cadangan karbon.

Biomassa bambu terdiri atas berbagai komponen organ tanaman, yaitu daun, cabang, batang (*culm*), rimpang (*coarse roots* atau *rhizomes*), dan akar serabut (*fine roots*). Biomassa ini umumnya dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu biomassa di atas permukaan tanah (batang, cabang, dan daun) dan biomassa di bawah permukaan tanah (akar dan rimpang).

Ketersediaan air merupakan faktor penting dalam produksi biomassa bambu. Menurut Kleinhenz et al. (2000), produksi biomassa meningkat secara signifikan pada kondisi ketersediaan air yang cukup, dan akan menurun apabila terjadi kekurangan air. Pada habitat dengan ketersediaan air optimal, bambu cenderung menghasilkan batang yang lebih tinggi dengan ukuran yang lebih besar, namun jumlah batang lebih sedikit, dan alokasi biomassa lebih banyak ditujukan untuk pertumbuhan di atas permukaan tanah. Sebaliknya, dalam kondisi lingkungan dengan pasokan air yang rendah, bambu akan mengalokasikan lebih banyak biomassa ke organ bawah tanah. Hal ini ditandai dengan pertumbuhan

rimpang dan akar yang lebih panjang, guna mendukung penyerapan unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Liu et al., 2004 dalam Hogarth, 2004).

Biomassa standar pada tanaman bambu umumnya berkaitan erat dengan variabilitas individu berdasarkan diameter batang, khususnya diameter setinggi dada (*diameter at breast height/DBH*). Kerapatan tegakan juga memengaruhi fluktuasi spasial biomassa, meskipun dalam banyak kasus hubungan ini tidak diperhitungkan secara eksplisit dalam model alometrik (Baskerville, 1965 dalam Bourmann, 2006). Oleh karena itu, biomassa individu sangat bergantung pada jenis bambu, serta karakteristik tegakan seperti umur, kualitas tempat tumbuh, iklim, dan tingkat kerapatan tegakan (*stocking stand*) (Bourmann, 2006)

6.3. Komponen dan Distribusi Biomassa Bambu

Biomassa bambu tersusun dari berbagai komponen struktural yang masing-masing memiliki kontribusi signifikan terhadap total biomassa tanaman. Komponen utama tersebut meliputi batang, cabang, daun, dan sistem akar. Di antara semua bagian tersebut, batang merupakan bagian yang menyumbang massa terbesar, biasanya mencapai lebih dari 70% dari total biomassa di atas permukaan tanah (Embaye et al., 2005).

Distribusi biomassa bambu sangat dipengaruhi oleh umur rumpun, spesies, dan kondisi lingkungan seperti ketersediaan air dan nutrisi tanah. Pada usia muda, proporsi biomassa lebih dominan pada bagian vegetatif seperti daun dan pucuk. Seiring bertambahnya usia, proporsi biomassa akan bergeser ke batang dan akar, seiring dengan penebalan jaringan struktural (Yuen et al., 2017).

Sistem perakaran bambu terdiri dari akar serabut dan rizoma, yang merupakan organ khusus bagi regenerasi vegetatif.

Meskipun tersembunyi di bawah tanah, biomassa akar dan rizoma dapat mencapai 20–30% dari total biomassa tanaman (Singnar et al., 2017). Bagian ini juga penting karena berkontribusi terhadap stabilitas tanah dan penyimpanan karbon bawah tanah. Variabilitas distribusi biomassa antarkomponen juga mencerminkan adaptasi bambu terhadap kondisi lingkungan. Di wilayah dengan tekanan angin tinggi atau kemiringan tanah ekstrem, proporsi biomassa pada akar cenderung meningkat sebagai strategi adaptasi terhadap kondisi tersebut (Liese & Kohl, 2015).

Faktor musim juga mempengaruhi distribusi biomassa. Pada musim hujan, terjadi peningkatan aktivitas fotosintesis dan pertumbuhan daun, sedangkan pada musim kemarau terjadi pelambatan pertumbuhan dan alokasi biomassa lebih banyak ke akar untuk mempertahankan ketersediaan air (Yiping et al., 2010). Distribusi biomassa juga dipengaruhi oleh praktik manajemen silvikultur seperti penjarangan, pemangkasan, dan waktu panen. Penjarangan yang dilakukan secara optimal dapat meningkatkan pertumbuhan rumpun dan distribusi biomassa yang lebih seimbang (Scurlock et al., 2000).

Secara spasial, distribusi biomassa antar rumpun dalam satu tegakan bambu dapat sangat bervariasi tergantung pada jarak tanam dan kepadatan rumpun. Kepadatan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan persaingan tajam terhadap cahaya dan nutrisi, sehingga menurunkan akumulasi biomassa per individu. Pemahaman mengenai distribusi biomassa sangat penting untuk mendukung perhitungan stok karbon, evaluasi produktivitas lahan, serta strategi panen berkelanjutan. Oleh karena itu, pengukuran biomassa pada setiap komponen harus dilakukan secara cermat dan terstandar.



BAB 7

STOK KARBON, SERAPAN KARBON, DAN SIKLUS KARBON

7.1. Stok Karbon dan Serapan Karbon

STOK karbon adalah jumlah karbon yang tersimpan pada suatu tempat dan waktu tertentu. Dalam ekosistem hutan, stok karbon mencakup karbon yang terdapat dalam pohon hidup, vegetasi mati, serasah, bahan organik tanah, serta produk hasil panen seperti kayu dan bahan bakar biomassa (Casper, 2010). Kandungan karbon absolut dalam biomassa dikenal sebagai *carbon stock*, yaitu jumlah karbon dalam massa organik baik hidup maupun mati (Apps et al., 2003 dalam Ulumuddin et al., 2005). Karbon dalam hutan tidak hanya terdapat dalam biomassa tegakan, tetapi juga tersebar pada bagian bawah tegakan, tanah, dan sisa-sisa vegetasi (Watson et al.). Biomassa hutan biasanya diklasifikasikan menjadi beberapa komponen yaitu biomassa di atas permukaan tanah (Above

Ground Biomass/AGB), biomassa di bawah permukaan tanah (Below Ground Biomass/BGB), bahan organik mati (Dead Organic Matter/DOM), serta bahan organik tanah (Soil Organic Matter/SOM).

Serapan karbon (*carbon sequestration*) merupakan proses penyerapan CO₂ dari atmosfer oleh tanaman melalui fotosintesis dan penyimpanan karbon dalam jaringan tanaman hidup. Hairiah et al. (2011) menyatakan bahwa proses ini mencakup pengambilan karbon dari atmosfer dan penimbunannya dalam jaringan biomassa. Menurut IPCC (2007), serapan karbon adalah proses penyimpanan karbon dalam jangka panjang, sedangkan Lal (2008 dalam Lorenz et al., 2010) menambahkan bahwa serapan karbon mengacu pada penyimpanan CO₂ secara aman dan stabil dalam biomassa dan tanah untuk waktu yang lama.

Hutan tropis memiliki kemampuan yang signifikan dalam menyerap dan menyimpan karbon, menjadikannya sebagai *carbon sink* penting dalam mitigasi perubahan iklim global (Adinugroho). Potensi serapan karbon sangat tergantung pada jenis tanah, spesies pohon, dan praktik pengelolaan hutan. Tegakan yang dikelola secara intensif menunjukkan tingkat penyerapan karbon yang lebih tinggi dibandingkan hutan alam, karena pertumbuhan biomassa lebih cepat (Birdsey, 1992 dalam Cason et al., 2006). Oleh karena itu, peningkatan produktivitas biomassa sangat berkaitan erat dengan peningkatan cadangan karbon.

Cadangan karbon di atas permukaan tanah terdiri atas tanaman hidup (batang, cabang, daun, epifit, dan vegetasi bawah) dan tanaman mati (pohon tumbang, daun gugur, dan arang). Sementara itu, cadangan karbon di bawah permukaan mencakup akar, organisme tanah, dan bahan organik tanah (Rahayu et al.). Eksploitasi hasil hutan seperti kayu, arang, atau pakan ternak dapat mengurangi stok karbon secara lokal, namun belum tentu

berdampak signifikan dalam skala global. Proses erosi juga dapat mengurangi kandungan karbon tanah secara drastis.

Kandungan karbon pada biomassa tanaman kering berkisar antara 45–50% (Salim, 2005). Estimasi stok karbon biasanya menggunakan faktor konversi 40–50% dari biomassa kering total (Ulumuddin et al., 2005; Matthews, 1993 dalam Cason et al., 2006). Peningkatan serapan karbon lebih efektif difokuskan pada peningkatan AGB (Above Ground Biomass) dibandingkan karbon tanah, mengingat AGB memiliki masa simpan yang lebih lama, kecuali pada ekosistem gambut yang justru menyimpan karbon dalam jumlah besar di lapisan tanah (Rahayu et al.).

Hutan tropis memiliki cadangan karbon yang sangat besar karena laju pertumbuhannya yang tinggi. Potensi simpanan karbon meningkat seiring pertumbuhan tanaman sampai mencapai fase masak tebang. Setelah mencapai usia matang, laju serapan karbon akan melambat karena proses respirasi, dekomposisi, dan kematian pohon lebih dominan dibandingkan pertumbuhan biomassa baru (Birdsey, 1992 dalam Cason et al., 2006).

7.2. Siklus Karbon

Karbon merupakan unsur penting bagi kehidupan, meskipun konsentrasinya di atmosfer hanya sekitar 0,033%. Siklus karbon menggambarkan pertukaran karbon antara atmosfer, biosfer, litosfer, dan hidrosfer, dan berperan penting dalam menjaga keseimbangan iklim global (Global Change Ecosystems Research, 2000). Stabilitas karbon di atmosfer telah terjaga selama ribuan tahun, sekitar 280 $\mu\text{mol/mol}$, namun sejak revolusi industri (sekitar tahun 1850), kadar karbon dioksida (CO_2) mengalami peningkatan eksponensial hingga mencapai 352 $\mu\text{mol/mol}$ pada tahun 1990. Dalam 15 tahun terakhir, kenaikan rata-rata mencapai

1,4 $\mu\text{mol/mol}$ per tahun, dan pada tahun 1988 terjadi lonjakan lebih dari 2 $\mu\text{mol/mol}$ (Stern, 2002).

Faktor utama peningkatan CO_2 ini adalah pembakaran bahan bakar fosil serta deforestasi dan pembakaran hutan tropis. Aktivitas manusia telah menyebabkan gangguan keseimbangan karbon, di mana lebih banyak karbon dilepaskan ke atmosfer dibandingkan yang diserap vegetasi melalui fotosintesis (Brown, 2002 dalam Samalca, 2007). Ekosistem hutan memegang peranan penting dalam siklus karbon global, dengan menyimpan sekitar 80% karbon organik di atas permukaan tanah dan 20% di bawah permukaan (IPCC, 2001 dalam Samalca, 2007).

Ketidakseimbangan dalam siklus karbon menyebabkan peningkatan efek rumah kaca dan perubahan iklim global. Oleh karena itu, pelestarian dan pengelolaan hutan, khususnya hutan tropis, menjadi strategi penting dalam mitigasi krisis iklim. Upaya restorasi hutan dan penerapan sistem silvikultur berbasis karbon kini menjadi bagian dari pendekatan global untuk mengendalikan konsentrasi CO_2 di atmosfer.



BAB 8

PENDUGAAN BIOMASSA DAN KARBON BAMBU

8.1. Metodologi Pendugaan Biomassa

PENDUGAAN biomassa bambu dilakukan untuk mengetahui jumlah total biomassa yang terdapat dalam suatu area tertentu. Terdapat dua metode utama dalam pengukuran biomassa, yaitu metode destruktif dan metode non-destruktif. Metode destruktif melibatkan penebangan seluruh bagian tanaman untuk ditimbang secara langsung. Sementara metode non-destruktif mengandalkan persamaan alometrik berdasarkan parameter morfologi seperti diameter batang, tinggi tanaman, dan jumlah batang (Yuen et al., 2017).

Metode destruktif memberikan hasil yang akurat namun tidak praktis untuk area yang luas atau kawasan konservasi. Oleh karena itu, metode ini lebih sering digunakan untuk

pengembangan model alometrik. Setelah model terbentuk, metode non-destruktif menjadi pilihan utama dalam aplikasi skala besar (Scurlock et al., 2000).

Dalam metode non-destruktif, parameter seperti diameter setinggi dada (DBH), tinggi tanaman, dan kepadatan rumpun digunakan untuk memprediksi biomassa melalui model alometrik. Penggunaan model ini mempercepat proses pendataan dan memungkinkan estimasi biomassa tanpa merusak ekosistem bambu (Nath et al., 2009).

Model alometrik yang digunakan untuk bambu biasanya berbentuk persamaan regresi linier atau eksponensial yang dikembangkan berdasarkan data empiris hasil pengukuran lapangan. Model ini spesifik terhadap jenis bambu tertentu dan kondisi ekologis wilayah setempat, sehingga pengembangannya perlu disesuaikan dengan konteks lokal (Embaye et al., 2005).

Penentuan biomassa bawah tanah (below-ground biomass) seperti akar dan rizoma seringkali lebih menantang karena sulit diukur langsung. Oleh karena itu, pendekatan umum yang digunakan adalah dengan mengasumsikan proporsi tertentu dari biomassa atas tanah, biasanya sekitar 20–25% dari total biomassa (Singnar et al., 2017).

Teknologi modern seperti drone, citra satelit, dan LiDAR telah dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi dalam pendugaan biomassa bambu. Teknologi ini mampu mengidentifikasi struktur kanopi, tinggi tanaman, dan sebaran spasial vegetasi secara luas dan presisi (Yiping et al., 2010). Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) juga sangat membantu dalam menganalisis distribusi dan estimasi biomassa bambu di berbagai bentang lahan. Dengan kombinasi data lapangan dan spasial, pemodelan biomassa dapat dilakukan secara komprehensif dan berkelanjutan (INBAR, 2013). Untuk

meningkatkan akurasi estimasi biomassa, penting untuk melakukan kalibrasi dan verifikasi model alometrik secara berkala. Hal ini dapat dilakukan melalui pengambilan sampel lapangan tambahan serta validasi terhadap data biomassa aktual.

8.2. Estimasi Karbon Tersimpan

Estimasi karbon bambu dilakukan dengan mengonversi biomassa kering menjadi karbon menggunakan faktor konversi. Umumnya, kandungan karbon dalam biomassa bambu berkisar antara 45–50% dari berat kering total. Faktor konversi yang banyak digunakan adalah 0,47 (Kim, 2009). Nilai karbon yang didapat dapat dikonversikan menjadi estimasi karbon dioksida ekuivalen (CO₂e) dengan mengalikan nilai karbon dengan faktor 3,67 (rasio massa CO₂ terhadap C). Langkah ini penting untuk pelaporan dalam konteks mitigasi perubahan iklim seperti REDD+ (Yiping et al., 2010).

Kandungan karbon bervariasi antar spesies bambu, umur tanaman, dan bagian tanaman. Misalnya, batang umumnya memiliki kandungan karbon lebih tinggi dibandingkan daun atau akar. Oleh karena itu, pendekatan estimasi karbon perlu mempertimbangkan komposisi bagian tanaman yang diukur (Nath et al., 2009). Studi kasus di India menunjukkan bahwa *Dendrocalamus strictus* memiliki potensi penyimpanan karbon sekitar 60–80 ton C/ha tergantung pada umur dan kepadatan rumpun. Nilai ini menunjukkan bahwa bambu merupakan alternatif penting dalam strategi penyerapan karbon (Nath et al., 2009).

Penting juga untuk memasukkan biomassa bawah tanah dalam estimasi karbon total, meskipun *nilainya* lebih kecil dibandingkan biomassa atas tanah. Akar dan rizoma bambu

memainkan peran penting dalam stabilisasi karbon jangka panjang (Embaye et al., 2005).

Pendekatan spasial dan temporal dalam pemantauan karbon juga sangat dianjurkan. Perubahan penutupan lahan, musim, dan intervensi manusia dapat mempengaruhi stok karbon yang tersimpan pada ekosistem bambu (Yuen et al., 2017). Kegiatan konservasi dan pengelolaan bambu yang berkelanjutan dapat meningkatkan penyerapan karbon sekaligus memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat lokal. Oleh karena itu, pendugaan karbon tidak hanya penting dalam konteks ekologi, tetapi juga dalam perencanaan sosial dan kebijakan. Dengan meningkatnya kebutuhan data karbon untuk pelaporan emisi dan mitigasi perubahan iklim, metode estimasi karbon bambu perlu terus disempurnakan dan didukung dengan penelitian yang lebih luas.

8.3. Pendugaan Serapan Karbon Bambu

Pendugaan serapan karbon bambu dimulai dengan estimasi biomassa kering tahunan menggunakan persamaan alometrik yang menghubungkan diameter dan ketinggian batang ($W = a \times D^b$ atau helai linear), kemudian dikalikan dengan fraksi karbon (biasanya 0,47) atau menggunakan data hasil pengujian kadar karbon di laboratorium. Setelah memperoleh estimasi biomassa (B), kandungan karbon (C) dihitung dengan rumus $C = B \times FC$ (factor konversi). Konversinya ke serapan karbon (CO_2 -ekivalen) dilakukan dengan menggunakan faktor 44/12 (3,67), sehingga serapan karbon ($CO_{2eq} = C \times 3,67$). Jika dihitung serapan tahunan maka dibagi dengan umur bambu atau dapat didasarkan pada riap biomassa yang diperoleh dari riap diameter bambu jika datanya tersedia.

Studi lokal oleh Baharuddin (2013) di hutan bambu rakyat, tegakan bambu parring menghasilkan persamaan alometrik $W = 0,348 \times D^{1,830}$ ($R^2 = 0,851$), yang digunakan untuk memperkirakan

stok karbon total 31,45 ton Ceq ha⁻¹ atau setara 10.48 ton Ceq ha⁻¹ per tahun. Dengan mengalikan fraksi karbon dan konversi ke CO₂-ekivalen, peningkatan stok ini diterjemahkan menjadi 38.42 ton CO₂eq ha⁻¹ per tahun. menunjukkan potensi mitigasi signifikan pada kawasan bambu yang dipantau. Penelitian Baharuddin, et. Al. (2014), yang meneliti tegakan bambu betung pada hutan rakyat di Kecamatan Makale Utara Kabupaten Tana Toraja, menunjukkan bahwa model persamaan allometrik untuk menduga potensi biomassa tegakan bambu betung adalah $W = 25,840D^{0,295}$ ($R^2 = 0,780$). Jumlah cadangan karbon dan serapan karbon tegakan bambu betung yaitu 111,22 ton Ceq ha⁻¹ atau setara 37,07 ton Ceq ha⁻¹ per tahun dan menghasilkan serapan karbon 135.92 ton CO₂eq ha⁻¹ per tahun.

Selain biomassa di atas tanah, karbon stabil juga disimpan dalam silika fitolit (PhytOC). Metode pendugaannya melibatkan pengumpulan biomassa gugur (litterfall) secara berkala, penentuan konsentrasi fitolit dan PhytOC per satuan biomassa, kemudian menghitung akumulasi tahunan PhytOC ke dalam tanah. Misalnya, di hutan Lei bamboo di Cina, literatur mencatat 41,4 kg CO₂eq ha⁻¹·th⁻¹ dari PhytOC gusur tahunan.

Meta-analisis global menunjukkan fitolit tanaman bambu menyimpan lebih banyak PhytOC dibanding vegetasi lain. Studi terbaru memperkirakan kontribusi PhytOC tahunan antara 0,038–0,050 t CO₂ ha⁻¹·th⁻¹ pada spesies bambu monopodial. Untuk menilai stok karbon total, penggunaan pendekatan ekosistem lengkap dengan mengukur biomassa atas dan bawah tanah serta PhytOC direkomendasikan. Data dari beberapa lokasi menunjukkan stok karbon total berkisar pada 134–159 Mg C ha⁻¹, setara 492–585 t CO₂eq ha⁻¹. Studi di Italia membandingkan konversi lahan pertanian ke kebun Moso bamboo, menghasilkan serapan rata-rata 4,9 Mg C ha⁻¹·th⁻¹ (≈ 18 t CO₂eq ha⁻¹·th⁻¹) selama kurun waktu empat tahun, data ini diperoleh dari perbedaan stok karbon AGB dan SOC dibanding lahan sebelumnya.

Teknik pemanenan selektif yang dirancang secara silvikultur memungkinkan pengelolaan bambu secara berulang

tanpa mengurangi stok karbon secara keseluruhan. Bentuk karbon yang terperangkap dalam produk bambu tahan lama (mebel, konstruksi) dan PhytOC merupakan cadangan karbon jangka panjang yang berkontribusi pada mitigasi (MDPI, 2020). Untuk memodelkan dan melaporkan jejak karbon, protokol nasional seperti IPCC 2006 Guidelines dapat digunakan dengan adaptasi untuk bambu, menggunakan kategori AGB, BGB, DOM, SOC, dan produk terpanen, serta metode pengukuran lahan (plot), keragaan fitolit, dan inventarisasi produk. Secara keseluruhan, metodologi ini populer karena mampu mengestimasi serapan karbon dalam CO₂-ekivalen dengan menghitung biomassa, fraksi karbon, PhytOC, stok tanah, dan kontribusi produk, memungkinkan bambu diintegrasikan ke dalam skema karbon sukarela dan nasional seperti REDD+ atau karbon kredit berbasis ekosistem.

8.4. Tantangan dan Implikasi

Meskipun metode pengukuran biomassa telah berkembang, tantangan tetap ada terutama terkait dengan heterogenitas spesies, umur tegakan, dan variasi lokasi tumbuh. Perbedaan karakteristik morfologi antar spesies bambu dapat memengaruhi akurasi persamaan allometrik generik. Oleh karena itu, pengembangan model lokal berbasis data lapangan sangat dianjurkan (Menlove et al., 2021). Ketelitian dalam pemilihan sampel, kalibrasi model, serta pertimbangan ekofisiologi bambu sangat krusial untuk menghindari overestimasi atau underestimasi cadangan karbon.

Sebagai tanaman dengan laju pertumbuhan yang cepat dan sistem rimpang agresif, bambu memiliki potensi tinggi dalam mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan karbon. Oleh karena itu, estimasi biomassa yang akurat dan sistematis sangat penting dalam konteks perdagangan karbon, perencanaan tata guna lahan, serta pelaporan REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation).



BAB 9

POTENSI BAMBU

9.1. Potensi dan Penyebaran Tegakan Bambu

SEKTOR bambu di Indonesia menghadapi berbagai tantangan, seperti penebangan liar, luas areal yang minim, biaya rendah, nilai tambah produk masih rendah, kurangnya penelitian, dan data inventarisasi lahan bambu yang terbatas (Wang et al., 2013). Namun, potensi bambu sangat besar—berdasarkan inventaris terakhir, Indonesia memiliki sekitar 176 spesies bambu dari 24 genus, dengan sejumlah spesies endemik yang tersebar di berbagai pulau (Ekawati et al., 2022; Supriyanto et al., 2019).

Di Sulawesi Selatan, bambu banyak dikembangkan dalam bentuk tegakan monokultur di lahan milik petani, terutama di daerah Tana Toraja, Soppeng, Gowa, dan Maros. Muin et al. (2006) mencatat empat spesies utama yang dibudidayakan: *Gigantochloa atter*, *Schizostachyum brachyladum*, *Bambusa vulgaris*, dan *Dendrocalamus asper*, dengan potensi 8.975 batang/ha. Potensi ini

menunjukkan keberlimpahan bambu sebagai bahan baku lokal yang sangat penting bagi masyarakat. Meski demikian, luas areal bambu di Sulawesi Selatan belum sepenuhnya tercatat secara resmi dan cenderung mengalami penurunan. Permintaan yang meningkat tidak diimbangi dengan perbaikan pengelolaan tegakan, ditambah dengan konversi lahan menjadi pemicu penyusutan area bambu.

Secara morfologi, bambu adalah tanaman ber kayu dengan rimpang kompleks dan batang berongga beruas-ruas. Meski secara botani termasuk rumput, komposisi kimianya hampir setara dengan kayu (Liese, 2009). Kriteria tinggi dan penutupan tajuknya sering memenuhi definisi pohon, sehingga bambu bisa dikategorikan sebagai bagian dari hutan (FAO, 2004). Inventarisasi di Sulawesi menemukan 39 spesies bambu dari 12 genus, termasuk di antaranya *Gigantochloa*, *Dendrocalamus*, dan *Bambusa*. Ini mengindikasikan kelimpahan dan keberagaman hayati yang tinggi, yang berpotensi mendukung keanekaragaman produk dan inovasi industri.

Potensi ekonomi bambu juga terbukti lewat nilai pasar nasional. Pada tahun 2020, nilai pasar bambu di Indonesia mencapai sekitar USD 1,7 miliar, dengan proyeksi tumbuh pada CAGR 6,2% hingga 2028, didorong oleh permintaan untuk konstruksi, furnitur, pulp, energi, dan tekstil. Konstruksi menyumbang 42% dari permintaan, diikuti oleh furnitur dan energi. Riset terkini juga menunjukkan bahwa potensi bambu untuk meningkatkan pendapatan lokal cukup menjanjikan. Contohnya di Bogor, luas bambu seluas 6,72 ha (2,04% dari wilayah desa) menyediakan penghasilan hingga 27% bagi pengrajin lokal—walau masih sebagai income tambahan, bukan utama.

Di Sumedang (Jawa Barat), terdapat 126.210 batang bambu dengan potensi panen 3.505 batang per bulan, namun hanya 73%

yang dimanfaatkan. Industri bambu di sana masih didominasi industri rumah tangga dengan margin keuntungan rendah—meski demikian, potensi pengembangan produk dan penetrasi pasar global cukup terbuka, didukung strategi diversifikasi dan inovasi. Secara keseluruhan, potensi bambu di Indonesia sangat signifikan—terutama dari sisi keanekaragaman, cadangan biomassa, dan nilai ekonomi. Kuncinya adalah meningkatkan pengelolaan, inventarisasi, dan hilirisasi teknologi untuk memaksimalkan manfaatnya dan mendukung pembangunan berkelanjutan.

9.2. Potensi Sosial Tegakan Bambu

Bambu memiliki potensi sosial yang besar di masyarakat Indonesia, khususnya di daerah pedesaan. Survei terhadap masyarakat di Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa perempuan dan laki-laki berpartisipasi secara berbeda dalam pengelolaan sumber daya bambu—meskipun peran perempuan sering tersembunyi, dalam berbagai kondisi mereka telah berperan signifikan, misalnya dalam proses panen, pembuatan produk kerajinan, serta keputusan pemanfaatan lahan bambu untuk kepentingan keluarga dan komunitas. Data ini menunjukkan bahwa pemberdayaan perempuan dalam sistem bambu bisa ditingkatkan sebagai strategi pembangunan yang berkelanjutan.

Secara lokal, konservasi dan pemanfaatan bambu telah diwariskan turun temurun sebagai bagian dari “local wisdom”. Teknik tradisional seperti menebang batang di ruas tertentu (tidak sampai ke akarnya) bertujuan agar bambu terus tumbuh kembali—mengindikasikan pemahaman masyarakat soal kelestarian dan keberlanjutan alam, bukan sekadar eksploitasi singkat. Kearifan ini adalah modal sosial unggul yang mendukung pengelolaan bambu berkelanjutan. Peran budaya bambu juga penting—bambu kerap

digunakan dalam ritual adat dan acara keagamaan. Di Bali, misalnya, bambu adalah bahan rituel umat Hindu dan menyimbolkan status sosial; rumah atau peralatan bambu bernilai estetika tinggi menunjukkan budaya dan martabat komunitas.

Bambu juga menyerap tenaga kerja masyarakat desa; penelitian di Klaten, Jawa, dan Cibadak (Bogor) menunjukkan bahwa kerajinan bambu dapat menyerap hingga 27 % tenaga kerja lokal. Meski sebagian besar berskala rumah tangga, ini menunjukkan bambu sebagai sumber pekerjaan alternatif yang signifikan. Pemanfaatan bambu di Sulawesi Selatan telah menyatu dalam kehidupan sehari-hari sebagai bahan bangunan, alat rumah tangga, dan kerajinan. Adanya pengetahuan tradisional dan potensi keragaman jenis bambu menjadi modal sosial yang dapat ditingkatkan melalui pelatihan dan lembaga lokal, membuka peluang kolaborasi antara akademisi-jurusan kehutanan dan masyarakat.

9.3. Potensi Ekonomi Tegakan Bambu

Secara global, pasar produk bambu—mulai dari konstruksi, mebel, pulp, hingga biokomposit—dalam beberapa tahun terakhir tumbuh mencapai USD 60 miliar dengan CAGR sekitar 4,5 % pada 2022. Indonesia, sebagai negara dengan keanekaragaman spesies bambu terbesar ketiga di dunia setelah India dan China, memiliki peluang besar untuk memanfaatkan potensi ini. Di tingkat desa, studi di Cibadak (Bogor, Jawa Barat) menunjukkan bahwa sumber daya bambu seluas 6,72 ha menyumbang sekitar 27 % dari pendapatan rumah tangga melalui kerajinan keseharian. Meskipun sebagian besar hanya pendapatan tambahan, hal ini membuktikan fleksibilitas ekonomi bambu dalam skala mikro dan kerajinan lokal.

Penelitian di Gunungkidul, Yogyakarta, menemukan bahwa UMKM berbasis bambu—baik alat rumah tangga, mainan,

maupun kerajinan—menghadapi tantangan seperti akses modal, teknologi, dan pasar. Namun, industri ini berpotensi menjadi pilar ekonomi mikro jika dikembangkan melalui pelatihan wirausaha dan akses ke pasar ekspor. Potensi ekonomi bambu juga tertuang dalam potensi substitusi bahan bakar dan energi terbarukan. Sebuah studi menyebutkan bahwa bambu dapat digunakan sebagai biomassa energi di Thailand dan China—memberi peluang bagi Indonesia untuk membangun industri berbasis energi terbarukan lokal dengan bahan baku bambu.

Nilai tambah juga muncul melalui inovasi produk seperti komposit bambu-epoksi dengan daya redam suara tinggi, yang dapat menembus industri otomotif dan konstruksi modern. Hal ini menunjukkan bahwa bambu bisa bersaing dalam pasar teknologi dan inovatif. Demikian juga, organisasi seperti Environmental Bamboo Foundation menunjukkan bahwa bambu mendukung perekonomian desa melalui program seperti "1.000 desa bambu" dan penggunaan teknik pengolahan seperti vertical soak diffusion—yang membuka akses pasar internasional dan peluang ekspor. Secara keseluruhan, potensi ekonomi bambu menempati berbagai segmen—dari utilitas lokal hingga pasar global. Namun, keberhasilan ekonomi bambu Indonesia tergantung pada penguatan rantai nilai, penambahan teknologi hilir, dan kebijakan yang mendorong investasi serta pelatihan masyarakat.

9.4. Potensi Ekologis dan Pelayanan Ekosistem Bambu

Bambu memiliki peran ekologis penting dalam memberikan jasa ekosistem baik pada skala lanskap maupun lokal. Sebagai tanaman yang tumbuh cepat dengan rimpang padat, bambu efektif dalam menahan erosi dan stabilisasi tanah di lereng serta sempadan sungai. Studi di Lombok Timur mencatat batang bambu seperti

Gigantochloa atter dan *Bambusa vulgaris* memiliki rimpang yang rapat, ideal untuk konservasi sedimen dan air di Daerah Aliran Sungai Kedome.

Selain menahan erosi, bambu juga mendukung restorasi lahan terdegradasi secara efektif. Riset oleh Ceccon & Gómez Ruiz (2019) menunjukkan bahwa bambu dapat mempercepat pemulihan tanah rusak, memperbaiki struktur dan kadar organik, serta mempercepat proses revegetasi. Dalam konteks ini, teknis agroforestri bambu menawarkan potensi besar untuk rehabilitasi ekosistem sekaligus menghasilkan produk kayu-non-kayu. Peran bambu juga terlihat pada peningkatan konektivitas ekologis di lanskap terfragmentasi. Kumpulan tegakan bambu membentuk jalur biologis ("stepping-stones"), menyediakan koridor bagi fauna dan flora yang memerlukan habitat lintas area, serta mendukung keanekaragaman hayati.

Secara global, tinjauan sistematis terhadap layanan ekosistem bambu mengungkap bahwa publikasi terkait meningkat signifikan sejak dekade 2010-an, dengan 56 studi dipublikasikan hingga Mei 2023. Meskipun masih fragmented, penelitian ini menyoroti potensi bambu dalam beberapa fungsi: provisi, regulasi (seperti kualitas air dan erosi) serta budaya. Jasa budaya bambu juga tidak bisa diremehkan. Nilai estetika dan perannya dalam peningkatan kualitas hidup masyarakat lokal telah diakui studi di Laos, di mana fungsi psikologis dan kultural bambu masuk daftar prioritas bersama dengan penyediaan air dan pemeliharaan udara segar.

Dari sisi mitigasi iklim, bambu menyimpan karbon tidak hanya di atas tanah tetapi juga dalam biomassa bawah dan fitolit (PhytOC). Penyerapan karbon ini merupakan layanan ekosistem penting yang memperkuat resiliensi lanskap, terutama jika dikelola dengan praktik regeneratif. Lebih jauh, bambu memfasilitasi

optimalisasi penggunaan lahan di area marginal. Ia dapat tumbuh pada tanah kurang subur, membantu mengurangi tekanan konversi hutan primer, dan berpotensi masuk dalam skema pertanian karbon (carbon farming) karena berkontribusi signifikan terhadap stok karbon tanah. Dengan demikian, potensi ekologis bambu meliputi jasa konservasi air dan tanah, peningkatan keanekaragaman hayati, penyimpanan karbon, serta nilai budaya. Agar potensi ini optimal, diperlukan pemilihan spesies yang sesuai, sistem agroforestry yang tepat, serta pengelolaan berbasis sains dan kebijakan yang mendukung.

9.5. Potensi Bioenergi Bambu

Bambu memiliki potensi luar biasa untuk dijadikan sumber bioenergi karena sifat pertumbuhannya yang cepat dan sifat fisikokimia yang mendukung konversi sebagai bahan bakar. Studi global menunjukkan bahwa bambu dapat menghasilkan biomassa kering sebesar 5–12 ton per hektar per tahun, menjadikannya sumber energi terbarukan yang menjanjikan. Dengan siklus panen setiap 3–4 tahun tanpa merusak lingkungan, bambu menyediakan pasokan bahan bakar biomassa yang berkelanjutan. Karakteristik bambu seperti kandungan abu rendah, indeks alkali yang kecil, dan nilai kalor yang tinggi cenderung serupa atau melebihi biomassa kayu keras, menjadikannya cocok untuk pembakaran atau penggunaan di PLT biomassa. Pengolahan termokimia seperti pyrolysis dan torrefaksi dapat menghasilkan biochar, bio-oil, dan syngas dari batang dan cabang bambu, menambah nilai tambah serta keefisienan energi.

Technical review menunjukkan bahwa biochar hasil pyrolysis bambu memiliki kandungan karbon hingga 83%, memberikan manfaat ganda sebagai penyimpanan karbon jangka panjang sekaligus pengembalian ke tanah sebagai amandemen

organik. Selain itu, lahan yang digunakan untuk bambu dapat menghasilkan net carbon negative apabila setidaknya 31% biomassa terkonversi menjadi biochar. Secara ekonomi, bambu muda (short-rotation) seperti *Phyllostachys pubescens* menunjukkan potensi konversi menjadi bioenergi seperti pelet dan bioetanol karena kandungan selulosanya yang tinggi, mendekati kayu keras, setelah pra-perlakuan enzimatik yang sesuai. Ini menandakan peluang besar untuk diversifikasi produk bioenergi berbasis bambu, termasuk pengembangan biorefineri.

Efisiensi fotosintesis bambu juga mendukung pertanian bioenergi; beberapa spesies menunjukkan adaptasi terhadap pembatasan fotorespirasi, meningkatkan penyerapan karbon, dan produktivitas biomass. Efisiensi ini menyiratkan bahwa bambu cocok untuk digunakan sebagai tanaman bioenergy feedstock di berbagai zona tropis dan subtropis. Skema energi berbasis bambu telah diadopsi di berbagai negara, misalnya produksi biochar, pelet, briquette, dan syngas di China, India, dan Brasil dengan nilai kalor sekitar 4.500 kcal/kg untuk arang bambu — sebanding dengan kayu acacia dan teak. Bamboo juga mulai digunakan untuk cogeneration (elektrik + panas), terutama di pabrik pulp dan kertas di Brazil dan kebun energi di Afrika Barat.

Analisis siklus hidup (LCA) menunjukkan bahwa bambu — dengan masa panen pendek — memiliki emisi gas rumah kaca (CO₂eq) jauh lebih rendah dibanding bahan bakar fosil dan alternatif hijau lainnya. Studi life cycle bamboo panels menegaskan dampak lingkungan yang lebih kecil dibanding produk kayu atau logam. Dengan berbagai manfaat ekologis, teknis, dan ekonomi, bambu menawarkan potensi bioenergi yang kuat untuk pengurangan emisi karbon, diversifikasi energi, dan penciptaan usaha berbasis masyarakat. Tantangan berupa pengembangan teknologi hilir, infrastruktur pengolahan, dan kebijakan energi perlu dijawab untuk mengoptimalkan potensi ini.



BAB 10

PERAN HUTAN BAMBU DALAM MITIGASI PERUBAHAN IKLIM

10.1 Kemampuan Bambu Menyerap Karbon

BAMBU memiliki laju pertumbuhan tinggi dan mengakumulasi biomassa secara cepat, menjadikannya penyerap karbon yang efektif. Sebagai contoh, Moso bamboo (*Phyllostachys edulis*) di Cina dapat menyerap karbon antara 6–18 Mg C ha⁻¹ tahun⁻¹, sedangkan studi di Italia melaporkan laju serapan sekitar 4,9 Mg C ha⁻¹ tahun⁻¹ melalui akumulasi biomassa di atas tanah (AGB). Secara global, bambu menyimpan karbon total—termasuk di atas dan di bawah tanah—antara 94 hingga 392 Mg C ha⁻¹, dengan laju serapan tahunan umumnya 6–13 Mg C ha⁻¹ tahun⁻¹. Rentang tersebut mengungguli banyak jenis tanaman monokultur dan bahkan hutan primer.

Di Jepang, *Phyllostachys bambusoides* melaporkan laju serapan karbon tahunan tertinggi mencapai 13 Mg C ha⁻¹ tahun⁻¹,

sedangkan Moso bamboo mencapai 6–8 Mg C ha⁻¹ tahun⁻¹. Ini menunjukkan variasi tergantung jenis dan lokasi pertumbuhan. Pengukuran di lahan tinggi di Ethiopia menunjukkan total stok karbon mencapai 87,5–111,6 Mg C ha⁻¹ di atas tanah, dan total ekosistem bamboo menyimpan hingga 293 Mg C ha⁻¹, ekuivalen 1.100 ton CO₂e per hektar.. Hasil ini setara dengan stok karbon pada hutan alami. Penyimpanan di bawah tanah, melalui akar dan rimpang, juga signifikan. Studi di Cina mencatat BGB sekitar 27,6 Mg C ha⁻¹, dibandingkan AGB 106,2 Mg C ha⁻¹. Hal ini menegaskan peran penting biomassa bawah tanah dalam penyimpanan karbon.

Bambu juga menghasilkan phytolith (silika organik yang mengandung karbon stabil), yang menyumbang tambahan 0,04–0,05 t CO₂/ha/tahun. Salah satu studi melaporkan akumulasi phytolith mencapai 79 kg C/ha/tahun saat dilakukan mulsa, jauh di atas rata-rata global 24 kg C/ha/tahun. Manajemen bambu secara selektif—tebang terpilih tahunan—mendukung pengisian stok karbon dan mempertahankan simpanan karbon tinggi sepanjang waktu. Model manajemen sedang pada Moso bamboo terbukti meningkatkan stok AGB dibanding pengelolaan intensif atau tidak dipanen.

Distribusi karbon menunjukkan sebagian besar terkonsentrasi di biomassa atas, namun karbon tanah juga meningkat. Meski efek peningkatan SOC bervariasi, beberapa studi menunjukkan kenaikan hingga 0,6 Mg C/ha/tahun di sistem agroforestri dengan bambu. Penggunaan produk bambu—seperti panel flooring, konstruksi, furniture—menahan karbon dalam jangka panjang. Produk hilir ini menjadikan bambu tidak hanya sumber emisi netral, tetapi juga ‘penyimpan karbon’ dalam bentuk material yang tahan lama. Dengan perkiraan luas hutan bambu global sebesar 35–36 juta ha, perkiraan maksimal potensi penyerapan karbon global bisa mencapai 210–468 Mt C/tahun (≈ 770–1.7 Gt CO₂), menjadikan bambu salah satu solusi berbasis alam (NbS) prioritas dalam mitigasi perubahan iklim.

10.2. Pertumbuhan cepat dan potensi biomassa.

Bambu, terutama jenis Moso (*Phyllostachys pubescens*), menonjol karena kecepatan pertumbuhannya yang luar biasa. Culm baru dapat tumbuh hingga 91–120 cm per hari selama fase elongasi awal, memungkinkan tegakan mencapai ketinggian penuh dalam waktu sekitar 1–2 bulan (Kuehl, Li, & Henley, 2013). Pertumbuhan cepat ini jauh melebihi laju pertumbuhan pohon kayu lama umur, menjadikan bambu sangat menarik sebagai tanaman biomassa.

Model biomassa dan stok karbon menunjukkan bahwa tegakan dewasa bambu Moso mampu menyimpan hingga 70–85 Mg C per hektar di wilayah subtropis, dengan akumulasi tahunan sekitar 6,0–7,6 Mg C ha⁻¹ (Wei et al., 2013; Xu et al., 2018). Biomas tersebut mencakup struktur batang, cabang, daun, serta rimpang dan akar bawah permukaan, menjadikan bambu tidak hanya efisien dalam serapan karbon, tetapi juga mempertahankan cadangan karbon jangka panjang. Keunggulan manajemen bambu tampak dalam sistem panen selektif. Kuehl et al. (2013) menunjukkan bahwa tebang selektif dua tahunan—menebang batang dewasa dan membiarkan rumpun tetap produktif—menghasilkan keseimbangan optimal antara produktivitas dan konservasi karbon. Praktik semacam ini memungkinkan tegakan bambu tetap menyerap hingga 8 Mg C ha⁻¹ tahun⁻¹ secara konsisten tanpa merusak ekosistem bawah tanah. Tidak hanya dari segi laju, produktivitas bambu juga sangat tinggi. Berdasarkan inventaris nasional di Cina, tegakan Moso menyimpan sekitar 219–299 Tg (teragram) biomassa karbon total sebelum 2008, memberikan kontribusi signifikan terhadap stok karbon nasional (Wei et al., 2013). Ini menunjukkan potensi besar bambu sebagai kontributor karbon dalam skala lanskap.

Secara keseluruhan, bambu menawarkan kombinasi pertumbuhan cepat, produktivitas biomassa tinggi, dan stok karbon besar baik di atas maupun di bawah tanah. Sistem panen berkelanjutan memaksimalkan serapan karbon sambil menjaga

regenerasi alami melalui rimpang. Oleh karena itu, bambu merupakan kandidat unggul sebagai solusi biomassa berkelanjutan dan mitigasi iklim global.

10.3. Perbandingan kapasitas bambu vs. pohon

Bambu unggul dibanding banyak jenis pohon cepat tumbuh dalam hal laju penyerapan karbon tahunan. Yuen et al. (2017) melaporkan bahwa tegakan bambu sehat mampu menyerap karbon antara 6–13 Mg C/ha/tahun, sementara pohon cepat tumbuh seperti eukaliptus dan populus mencapai sekitar 4–5 Mg C/ha/tahun. Dengan demikian, bambu dapat memberikan serapan karbon lebih tinggi setiap tahun pada fase pertumbuhan intensif. Meski demikian, stok karbon total pada ekosistem bambu dan hutan kayu primer dapat sebanding. Hasil meta dari Yuen et al. (2017) menyatakan bahwa total cadangan karbon ekosistem bambu (di atas dan di bawah tanah serta di tanah) berkisar antara 94–392 Mg C/ha, yang berada di kisaran stok karbon pohon cepat tumbuh (lazimnya 126–699 Mg C/ha). Perbedaan utama terletak pada struktur penyimpanan karbon: bambu menyimpan banyak karbon dalam akar dan rimpang (8–64 Mg C/ha), menguatkan cadangan bawah tanah dan menjadikannya sistem yang stabil bahkan ketika batang atas dipanen setiap 3–5 tahun sekali.

Sebaliknya, hutan kayu umur pendek seperti eukaliptus dan poplar menyimpan karbon besar di batang utama dan tanah, namun penanaman ulang setiap 5–10 tahun menyebabkan fluktuasi stok. Meskipun total stok karbon tinggi, laju pertumbuhan dan regenerasi lebih lambat daripada bambu. Tabel perbandingan di Assam (Nath et al., 2009) menunjukkan tegakan bambu 5 tahun menghasilkan biomassa di atas tanah sekitar 61 Mg/ha, sementara pohon dipterokarp hanya mencapai 7,8 Mg/ha. Data ini menunjukkan produktivitas biomassa bambu yang jauh lebih tinggi dalam rentang waktu sama. Dalam konteks lahan marginal, bambu memiliki keunggulan adaptasi ekologis. Bambu dapat tumbuh di lahan terdegradasi dan meningkatkan kualitas tanah melalui sistem

akar, sedangkan pohon kayu sering membutuhkan persyaratan tanah lebih tinggi. Namun, hutan pohon primer unggul dalam keberagaman hayati dan penyimpanan karbon pada waktu panjang karena struktur tegakan yang kompleks. Kombinasi bambu dan pohon kayu dalam sistem agroforestri menyatukan produktivitas tinggi dan fungsi ekologis, menghasilkan sistem yang lebih berkelanjutan.

Secara keseluruhan, bambu menawarkan solusi cepat dan efisien dalam penyerapan karbon jangka pendek dan regenerasi berkelanjutan, sedangkan pohon kayu menyediakan cadangan karbon signifikan dan dukungan keanekaragaman. Strategi pengelolaan lahan terbaik adalah mengintegrasikan keduanya dalam pola campuran – bambu untuk biomassa cepat dan karbon tahunan, pohon kayu untuk stabilitas ekosistem jangka panjang dan diversifikasi manfaat.

10.4. Studi Kasus dan Data Ilmiah Pendukung

Studi di Kabupaten Anji, Zhejiang (Tiongkok), oleh Zhou, Xu, dan Partida (2012) menggunakan citra Landsat menunjukkan bahwa perluasan lahan hutan bambu selama 1986–2008 menambah stok karbon biomassa sebesar $-66,5$ hingga $-117,6 \times 10^2$ Mg C per tahun. Area bambu yang dipanen menyerap karbon sebesar $0,86$ – $1,83$ Mg C per hektar per tahun, menunjukkan kontribusi positif terhadap neraca karbon lokal. Zhao, Fu, Jiang, dan Zhou (2013) memperkirakan serapan karbon di hutan bambu Moso (*Phyllostachys pubescens*) rata-rata $20,9$ Mg Biomassa per hektar. Jika dikonversi, stok karbon di atas tanah (AGC) mencapai $9,92$ hingga $38,70$ t (ton) C per ha, dengan produktivitas dan cadangan karbon berbeda berdasarkan intensitas pengelolaan. Li et al. (2018) menggunakan data Landsat untuk memetakan perubahan stok AGC di hutan bambu Zhejiang selama dekade terakhir. Mereka menemukan bahwa tegakan bambu yang dikelola intensif menunjukkan stok karbon yang lebih tinggi—hingga 38 t C/ha—dibanding area yang kurang terkelola, menyoroti pentingnya

manajemen dalam optimalisasi penyerapan karbon. Huang et al. (2019) melaporkan bahwa teknik budidaya intensif pada hutan bambu Moso meningkatkan karbon yang tersimpan dalam fitolit (PhytOC), menganalisis data dari provinsi Jiangxi. Penelitian ini menunjukkan potensi signifikan karbon jangka panjang yang stabil ketika bambu dikelola secara optimal.

Analisis meta dan eksperimen kontrol oleh Zhang dkk. (2023) menyimpulkan bahwa pengelolaan yang tepat—termasuk pemupukan, penjarangan, dan pembersihan—meningkatkan stok karbon baik di biomass atas maupun di tanah. Ini memperkuat bukti bahwa kombinasi langkah manajemen dapat mengakselerasi akumulasi karbon. Studi di Italia (Viterbo) menunjukkan bahwa hutan bambu selama empat tahun dapat menyimpan $14,8 \pm 3,1$ Mg C/ha di biomass atas, dengan laju akumulasi tahunan sekitar 4,9 Mg C/ha, setara dengan pohon cepat tumbuh lokal tetapi lebih unggul dalam regenerasi cepat.

Mengutip meta-analisis global, Yuen, Fung, dan Ziegler (2017) menyatakan bahwa stok karbon total di ekosistem bambu adalah 94–392 Mg C/ha, sedangkan pohon cepat tumbuh biasanya memiliki stok 126–699 Mg C/ha. Namun, bambu unggul dari segi laju penyerapan tahunan dan stabilitas stok bawah tanah. Data ini menunjukkan bahwa bambu, khususnya Moso, memiliki potensi signifikan dalam mitigasi iklim: cepat tumbuh, menyerap karbon secara efisien, dan menghasilkan stok karbon jangka panjang—baik di atas maupun di bawah tanah—jika digabung dengan praktik pengelolaan intensif.



BAB 11

PERAN HUTAN BAMBU DALAM ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM

PERUBAHAN iklim telah menjadi tantangan global yang mengancam keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi. Dalam konteks ini, hutan bambu muncul sebagai salah satu solusi alami (nature-based solution) yang berperan penting dalam adaptasi terhadap perubahan iklim. Dengan karakteristik ekologisnya yang unik, bambu memiliki kontribusi besar dalam pengendalian erosi, konservasi air tanah, penyerapan karbon, serta pemulihan lahan kritis. Bab ini menguraikan peran penting hutan bambu dalam konteks tersebut.

11.1. Bambu sebagai Penahan Erosi dan Penyimpan Air Tanah

Sistem perakaran bambu yang padat dan menyebar lateral menjadikannya efektif dalam menahan lapisan tanah dari erosi, khususnya di daerah lereng, tebing, dan bantaran sungai. Bambu membentuk jaringan akar horizontal yang menstabilkan tanah, mengurangi laju limpasan air permukaan, dan mencegah longsor (Liese & Köhl, 2015). Selain itu, kanopi bambu yang lebat mengurangi daya pukul air hujan terhadap tanah (splash erosion), sementara akarnya meningkatkan porositas tanah, yang pada gilirannya memperbesar kapasitas infiltrasi dan penyimpanan air tanah (Kleinhenz & Midmore, 2001). Dalam hal ini, hutan bambu mampu menjaga ketersediaan air tanah dan meningkatkan cadangan air bawah permukaan di musim kemarau. Contoh empiris: Studi di DAS Citarum, Jawa Barat, menunjukkan bahwa daerah dengan dominasi vegetasi bambu mengalami laju erosi 40% lebih rendah dibandingkan dengan daerah tanpa tutupan bambu (Rahmawati et al., 2020).

11.2. Bambu sebagai Penyerap Karbon Efektif (Carbon Sequestration)

Bambu termasuk dalam kelompok tanaman dengan laju pertumbuhan tercepat di dunia. Kecepatan pertumbuhan ini memungkinkan bambu menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer dalam jumlah signifikan. Beberapa spesies bambu diketahui mampu menyerap hingga 12 ton CO₂ per hektare per tahun (INBAR, 2018). Bambu juga memiliki kemampuan menyimpan karbon dalam biomassa dan tanah. Meskipun siklus hidup batangnya lebih pendek dibandingkan dengan pohon keras, rotasi panen yang cepat dan regenerasi alami menjadikannya solusi berkelanjutan untuk mitigasi perubahan iklim. Produk bambu yang

digunakan sebagai bahan bangunan juga dapat berfungsi sebagai cadangan karbon jangka panjang (Scurlock et al., 2000).

11.3. Hutan Bambu sebagai Pelindung Keanekaragaman Hayati

Hutan bambu menjadi habitat penting bagi berbagai spesies flora dan fauna, termasuk spesies langka dan endemik. Keanekaragaman hayati ini penting dalam menjaga stabilitas ekosistem yang adaptif terhadap perubahan iklim. Keberadaan bambu di lanskap hutan tropis juga meningkatkan konektivitas ekologis antara fragmen-fragmen hutan, yang penting bagi migrasi spesies saat terjadi tekanan iklim (Bystriakova et al., 2003). Selain itu, bambu menyediakan sumber pakan dan tempat berlindung bagi satwa liar, seperti panda di Tiongkok, lutung di Indonesia, dan berbagai jenis burung serta serangga. Keanekaragaman ini memberikan ketahanan ekologis yang penting dalam menghadapi guncangan akibat perubahan iklim.

11.4. Peran Sosial-Ekonomi Hutan Bambu dalam Adaptasi Masyarakat Lokal

Selain manfaat ekologisnya, bambu memiliki nilai sosial-ekonomi yang tinggi. Di banyak daerah pedesaan di Indonesia, bambu dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, alat rumah tangga, kerajinan, dan sumber energi biomassa. Ketahanan masyarakat terhadap perubahan iklim ditingkatkan melalui diversifikasi pendapatan yang didukung oleh budidaya bambu. Model agroforestri bambu juga memberikan peluang adaptasi yang lebih fleksibel bagi petani kecil dalam mengelola risiko iklim, seperti gagal panen akibat kekeringan atau banjir. Produk bambu bernilai tambah tinggi juga berkontribusi terhadap pengembangan ekonomi sirkular berbasis sumber daya lokal (INBAR, 2019).

11.5. Potensi Rehabilitasi Lahan Kritis dengan Bambu

Lahan kritis yang telah terdegradasi akibat deforestasi atau pertanian intensif dapat direstorasi menggunakan spesies bambu lokal yang adaptif. Bambu memiliki kemampuan tumbuh cepat di lahan yang miskin unsur hara dan toleran terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem (Liese & Köhl, 2015). Kegiatan rehabilitasi lahan menggunakan bambu tidak hanya memulihkan fungsi ekologis lahan, tetapi juga menciptakan peluang ekonomi melalui pengelolaan hutan bambu berbasis masyarakat. Hal ini menjadikan bambu sebagai elemen penting dalam strategi adaptasi berbasis ekosistem (*ecosystem-based adaptation/ EbA*).

11.6. Ketersediaan Bahan Baku Adaptif (Ekowisata, Bahan Bangunan Tahan Iklim)

Bambu menyediakan bahan baku yang adaptif terhadap berbagai tekanan perubahan iklim. Salah satu karakteristik unggul bambu adalah fleksibilitas dan ketahanannya terhadap kondisi ekstrem, menjadikannya bahan ideal untuk konstruksi tahan iklim. Bangunan berbahan bambu dapat menahan gempa karena kelenturan struktur alaminya, serta memiliki sifat termal yang baik sehingga membantu adaptasi terhadap suhu ekstrem (Arce-Villalobos et al., 2017).

Bambu juga berperan dalam pengembangan ekowisata berbasis alam, yang mempromosikan konservasi dan memberikan nilai ekonomi pada kelestarian lingkungan. Kawasan hutan bambu seperti Ekowisata Desa Penglipuran di Bali dan Kampung Bambu di Malang menunjukkan bagaimana vegetasi bambu dapat menciptakan ruang wisata yang sejuk, estetis, dan edukatif. Inisiatif semacam ini memperkuat ketahanan sosial-ekonomi masyarakat terhadap dampak iklim melalui diversifikasi ekonomi berbasis alam (INBAR, 2019). Bambu juga digunakan dalam pengembangan

produk lokal adaptif seperti atap alami, anyaman, dan furnitur yang tidak memerlukan proses industri intensif energi, sehingga mengurangi emisi gas rumah kaca dalam rantai pasoknya.

11.7. Contoh Praktik Baik (Best Practices) di Lapangan

Berbagai daerah di Indonesia dan dunia telah menerapkan praktik pengelolaan bambu secara berkelanjutan untuk adaptasi terhadap perubahan iklim:

1. Desa Karanganyar, Jawa Tengah – Agroforestri Bambu

Desa ini memanfaatkan bambu dalam sistem agroforestri bersama kopi dan tanaman hortikultura. Pendekatan ini tidak hanya mencegah erosi dan meningkatkan cadangan air, tetapi juga meningkatkan pendapatan petani. Pendekatan kolaboratif ini melibatkan lembaga swadaya masyarakat dan pemerintah daerah (Suyanto et al., 2022).

2. Dusun Nglanggeran, Yogyakarta – Ekowisata Berbasis Bambu

Pengelolaan kawasan wisata di Nglanggeran menggunakan bambu sebagai elemen utama dalam pembangunan fasilitas seperti jembatan, gazebo, dan homestay. Praktik ini meningkatkan kesadaran masyarakat akan konservasi, menciptakan lapangan kerja, dan memperkuat ketahanan terhadap tekanan ekonomi akibat iklim.

3. Arghakhanchi, Nepal – Rehabilitasi Lahan Terdegradasi

Di Nepal, bambu ditanam pada lahan-lahan miring yang rawan longsor. Hasilnya menunjukkan pengurangan signifikan dalam kejadian longsor dan peningkatan ketersediaan air bersih (INBAR, 2018). Praktik-praktik ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis bambu yang terintegrasi dapat berhasil ketika melibatkan partisipasi masyarakat, pendekatan ilmiah, dan dukungan kebijakan



BAB 12

STRATEGI PENGELOLAAN DAN KONSERVASI HUTAN BAMBU

PENGELOLAAN hutan bambu yang berkelanjutan merupakan elemen krusial dalam memastikan bahwa peran ekologis dan sosial-ekonomi bambu dapat terus dimanfaatkan untuk adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Hutan bambu yang tidak dikelola dengan tepat berpotensi mengalami degradasi, penurunan produktivitas, serta kehilangan fungsi lingkungan. Oleh karena itu, strategi konservasi dan pengelolaan yang terintegrasi diperlukan untuk menjaga keberlanjutan sumber daya ini. Bab ini membahas strategi pengelolaan berbasis ilmu pengetahuan dan kearifan lokal, dimulai dari praktik budidaya dan pemanenan.

12.1. Praktik Budidaya dan Pemanenan Berkelanjutan

1. Pemilihan Spesies yang Tepat

Budidaya bambu berkelanjutan dimulai dari pemilihan spesies yang sesuai dengan kondisi ekologis lokal. Misalnya, *Bambusa vulgaris* cocok untuk dataran rendah dan basah, sedangkan *Gigantochloa apus* dan *Dendrocalamus asper* cocok di daerah pegunungan tropis. Pemilihan yang tepat dapat meningkatkan produktivitas, mempercepat pertumbuhan, dan mengurangi kebutuhan perawatan (Liese & Köhl, 2015).

2. Teknik Budidaya Ramah Lingkungan

Beberapa teknik penting dalam budidaya bambu berkelanjutan meliputi:

- a. Penanaman secara barisan atau jalur kontur untuk mencegah erosi.
- b. Pencabutan tunas yang tidak produktif untuk mengarahkan energi ke batang potensial.
- c. Pemupukan alami menggunakan kompos atau pupuk kandang, bukan pupuk kimia.
- d. Sistem agroforestri untuk mengombinasikan bambu dengan tanaman pertanian atau pohon buah.

Penelitian oleh Kleinhenz & Midmore (2001) menunjukkan bahwa sistem tumpang sari bambu dengan tanaman tahunan menghasilkan peningkatan produktivitas lahan hingga 35% dibandingkan monokultur.

3. Pemanenan Selektif dan Rotasi

Pemanenan bambu yang berkelanjutan dilakukan melalui metode pemanenan selektif batang dewasa, yaitu hanya memanen batang yang berumur 3–5 tahun, saat kekuatannya maksimal. Pemanenan harus dilakukan dengan rotasi minimal 3 tahun antar rumpun untuk menjaga regenerasi alami dan produktivitas jangka panjang (INBAR, 2018).

Prinsip-prinsip pemanenan berkelanjutan meliputi:

- a. Tidak memanen lebih dari riap tumbuh batang dewasa per rumpun per tahun atau
- b. Tidak merusak akar atau tunas muda saat pemanenan.
- c. Menggunakan alat tajam dan bersih untuk menghindari infeksi patogen.

4. Rehabilitasi dan Penanaman Ulang

Setelah pemanenan intensif atau pada lahan kritis, kegiatan rehabilitasi sangat diperlukan. Ini dapat berupa:

- a. Penanaman kembali secara vegetatif (rhizome, stek batang, atau anakan) untuk mempercepat pertumbuhan.
- b. Pengayaan rumpun di hutan bambu alami untuk memperbaiki struktur tegakan.

Kegiatan ini sebaiknya dilakukan saat musim hujan agar tingkat keberhasilan tinggi (Suyanto et al., 2022).

5. Kelembagaan dan Tata Kelola

Praktik budidaya dan pemanenan tidak dapat berdiri sendiri tanpa kelembagaan yang mendukung. Pengelolaan berbasis masyarakat (community-based forest management) yang dilengkapi dengan regulasi lokal seperti aturan panen musiman, zona konservasi, dan rotasi pengelolaan telah terbukti meningkatkan kepatuhan dan konservasi bambu jangka panjang.

6. Sumber Daya Pendukung

Pelatihan teknis, akses pasar, serta insentif untuk pertanian ramah lingkungan adalah bagian penting dari strategi pengelolaan berkelanjutan. Pemerintah, LSM, dan lembaga riset perlu bekerja sama menyediakan informasi, bibit unggul, serta akses ke skema insentif hijau seperti carbon credit berbasis bambu (INBAR, 2019). Penerapan praktik budidaya dan pemanenan bambu secara berkelanjutan tidak hanya

melestarikan fungsi ekologis hutan bambu, tetapi juga menjamin keberlanjutan ekonomi masyarakat sekitar. Dengan pendekatan ilmiah dan partisipatif, bambu dapat menjadi sumber daya hutan yang adaptif dan tahan terhadap perubahan iklim dalam jangka panjang.

12.2. Kelembagaan dan Kebijakan Pendukung

Keberhasilan pengelolaan dan konservasi hutan bambu sangat bergantung pada keberadaan kelembagaan yang kuat serta kebijakan yang mendukung. Tanpa tata kelola yang jelas dan legalitas yang diakui, upaya konservasi seringkali tidak berkelanjutan.

1. Kerangka Hukum dan Kebijakan Nasional

Di Indonesia, pengelolaan bambu belum sepenuhnya tercakup dalam peraturan kehutanan secara khusus. Namun, terdapat beberapa kebijakan yang dapat mendukung:

- a. UU No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan, yang mengatur hutan hak dan peran masyarakat.
- b. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 9 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Perhutanan Sosial, yang memungkinkan masyarakat mengelola hutan bambu melalui skema hutan desa, hutan adat, dan hutan kemasyarakatan.
- c. Peraturan daerah (Perda) di beberapa provinsi, seperti Bali dan Jawa Barat, yang telah mengatur konservasi bambu secara lokal.

Namun, kebijakan yang spesifik mengatur teknis budidaya, pemanenan, serta insentif konservasi bambu masih terbatas dan perlu diperkuat secara nasional (Sutrisno, 2021).

2. Kelembagaan Lokal dan Kolaboratif

Lembaga lokal seperti kelompok tani hutan (KTH), LMDH, dan badan usaha milik desa (BUMDes) dapat menjadi ujung tombak dalam pengelolaan bambu. Mereka perlu dilibatkan dalam:

- a. Penyusunan rencana pengelolaan jangka panjang.
- b. Penetapan zonasi bambu (konservasi, produksi, wisata).
- c. Sistem monitoring dan evaluasi partisipatif.
Kemitraan multipihak yang melibatkan pemerintah, LSM, sektor swasta, dan masyarakat menjadi kunci keberhasilan pengelolaan hutan bambu yang inklusif dan berkelanjutan (INBAR, 2019).

12.3. Peran Masyarakat Adat dan Lokal

Masyarakat adat dan lokal memiliki peran penting dalam konservasi hutan bambu melalui kearifan lokal dan praktik tradisional yang telah terbukti menjaga kelestarian bambu secara turun-temurun.

1. Kearifan Lokal dalam Pengelolaan Bambu

Contoh-contoh nyata:

- a. Desa Penglipuran, Bali: masyarakat memiliki aturan adat yang melarang penebangan bambu muda dan hanya mengizinkan panen saat bulan tertentu.
- b. Suku Baduy, Banten: memanfaatkan bambu secara selektif untuk kebutuhan rumah tangga tanpa mengganggu keseimbangan hutan.

Praktik-praktik ini mencerminkan prinsip **ekologis dan etis** dalam pengelolaan sumber daya alam (Iskandar & Ellen, 2000).

2. Transfer Pengetahuan Tradisional

Pengetahuan masyarakat lokal tentang jenis bambu, siklus pertumbuhan, dan penggunaan spesifik telah terbukti lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan lokal dibandingkan pendekatan luar yang bersifat teknokratik. Pelestarian pengetahuan ini penting dilakukan melalui:

- a. Dokumentasi dan digitalisasi pengetahuan tradisional.
- b. Integrasi dalam kurikulum pendidikan lokal dan pelatihan petani.
- c. Pengakuan hukum atas wilayah adat dan hutan adat.

12.4. Tantangan dan Peluang

1. Tantangan

Beberapa tantangan utama dalam pengelolaan dan konservasi hutan bambu meliputi:

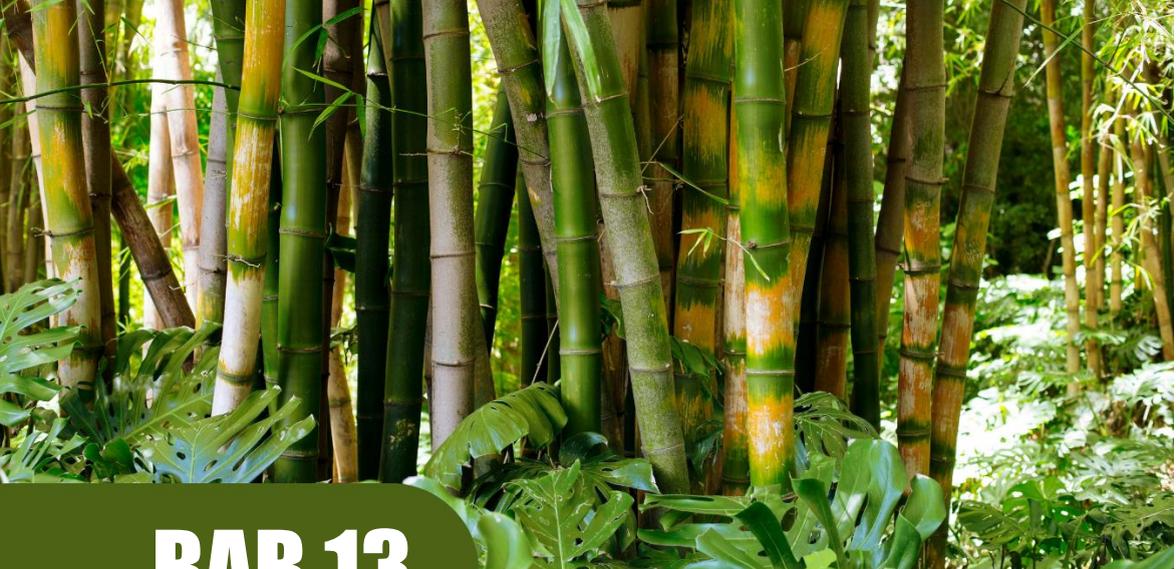
- a. Kurangnya data spasial dan pemetaan sumber daya bambu.
- b. Stigma bahwa bambu adalah 'sumber daya kelas dua', bukan tanaman kehutanan utama.
- c. Keterbatasan pasar dan teknologi pengolahan untuk menghasilkan produk bernilai tambah tinggi.
- d. Minimnya kebijakan insentif hijau, seperti skema pembayaran jasa lingkungan (PES) atau kredit karbon untuk bambu.

2. Peluang

Namun demikian, potensi hutan bambu sangat besar dan dapat dimaksimalkan melalui:

- a. Perluasan pasar ekspor produk bambu olahan seperti laminated bamboo, tekstil serat bambu, dan arsitektur hijau.
- b. Integrasi bambu dalam program adaptasi perubahan iklim dan restorasi lanskap berbasis alam (Ecosystem-based Adaptation).
- c. Pengembangan desa bambu (bamboo village) sebagai model pembangunan rendah karbon berbasis masyarakat.
- d. Kolaborasi riset dan inovasi teknologi untuk mempercepat industrialisasi produk bambu yang ramah lingkungan (van der Lugt et al., 2019).

Strategi pengelolaan dan konservasi hutan bambu memerlukan sinergi antara praktik teknis berkelanjutan, kelembagaan yang inklusif, penguatan peran masyarakat lokal, serta dukungan kebijakan lintas sektor. Dengan mengatasi tantangan dan memanfaatkan peluang, bambu dapat menjadi pilar utama dalam pembangunan yang adaptif dan berkelanjutan.



BAB 13

INOVASI DAN PEMANFAATAN BAMBU UNTUK EKONOMI HIJAU

BAMBU bukan hanya sumber daya alam yang memiliki nilai ekologis tinggi, tetapi juga menawarkan peluang besar dalam pengembangan ekonomi hijau. Sebagai bahan alami yang cepat tumbuh dan dapat diperbarui, bambu memiliki karakteristik yang mendukung prinsip produksi berkelanjutan, rendah karbon, dan inklusif. Pemanfaatannya yang inovatif di berbagai sektor telah menjadi kunci dalam mendorong transformasi menuju sistem ekonomi yang lebih ramah lingkungan, berketahanan iklim, dan berbasis sumber daya lokal.

Bab ini menguraikan berbagai bentuk inovasi dalam penggunaan bambu yang berkontribusi langsung terhadap pembangunan ekonomi hijau.

13.1. Produk Bambu Inovatif (Bioenergi, Tekstil, Arsitektur Hijau)

Inovasi produk berbahan bambu telah berkembang pesat dalam dua dekade terakhir. Transformasi bambu dari bahan tradisional menjadi bahan industri berteknologi tinggi menciptakan nilai tambah dan membuka pasar baru yang ramah lingkungan.

1. Bambu sebagai Sumber Bioenergi

Bambu memiliki nilai kalor tinggi (17–20 MJ/kg) dan tingkat pertumbuhan yang cepat, menjadikannya alternatif yang efisien sebagai biomassa energi. Teknologi seperti pirolisis, gasifikasi, dan briket bambu telah dikembangkan untuk menghasilkan energi dari limbah bambu secara efisien dan bersih. Penelitian oleh Scurlock et al. (2000) menunjukkan bahwa bambu mampu menghasilkan 20–30 ton biomassa kering/ha/tahun, cukup untuk sistem pembangkit energi skala kecil berbasis komunitas di daerah terpencil. Selain itu, briket bambu menjadi solusi substitusi kayu bakar yang lebih bersih dan hemat emisi CO₂ (INBAR, 2018; (Daud, 2010); (Daud, et al., 2012a); (Daud, et al., 2012b); (Daud, et al., 2013); (Daud, 2014);

2. Tekstil Serat Bambu

Teknologi pengolahan serat bambu menjadi tekstil telah mengalami kemajuan pesat. Serat bambu memiliki sifat antibakteri alami, daya serap tinggi, dan biodegradable, menjadikannya alternatif ramah lingkungan bagi kapas dan polyester.

Produk tekstil bambu mencakup:

- a. Kain untuk pakaian dan tekstil rumah tangga.
- b. Serat campuran (bamboo-viscose) untuk fashion berkelanjutan.

- c. Benang bambu organik (bamboo lyocell) sebagai alternatif dari rayon berbasis kimia keras.

Proses tekstil bambu berbasis enzim (enzymatic retting) yang dikembangkan di Tiongkok dan India memungkinkan produksi yang lebih hijau tanpa limbah kimia berbahaya (van der Lugt et al., 2019).

3. **Arsitektur Hijau dan Material Konstruksi**

Bambu kini digunakan secara luas dalam desain arsitektur hijau karena kekuatan tariknya yang tinggi (lebih kuat dari baja per berat unit), fleksibilitas, dan estetikanya. Teknologi terbaru seperti:

- a. Laminated bamboo lumber (LBL) – pengganti kayu bangunan.
- b. Bamboo composite panels – sebagai dinding dan lantai yang tahan terhadap cuaca.
- c. Modular bamboo structures – untuk pembangunan cepat dan ringan di daerah rawan bencana.

Contoh sukses termasuk Green School di Bali dan struktur paviliun internasional berbahan bambu di Expo Shanghai 2010. Selain mendukung estetika tropis, bangunan berbahan bambu memiliki jejak karbon yang sangat rendah dan mendukung mitigasi perubahan iklim di sektor konstruksi (Arce-Villalobos et al., 2017).

4. **Inovasi Tambahan dan Potensi Masa Depan**

- a. Bioplastik dari selulosa bambu: alternatif plastik berbasis petroleum.
- b. Karbon aktif dari arang bambu: digunakan dalam filtrasi air dan udara.
- c. Produk farmasi dan nutrisi: seperti teh bambu (daun), suplemen silika dari batang muda.

Inovasi ini menunjukkan bahwa bambu tidak hanya bersifat adaptif terhadap perubahan iklim, tetapi juga menjadi pilar

ekonomi rendah karbon yang dapat dikembangkan secara berkelanjutan oleh negara-negara tropis.

13.2. Peran UMKM dan Ekonomi Sirkular Berbasis Bambu

1. Peran Strategis UMKM dalam Rantai Nilai Bambu

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memainkan peran sentral dalam ekosistem bambu, mulai dari produksi bahan baku, pengolahan, hingga distribusi produk jadi. Menurut data Kementerian Koperasi dan UKM (2022), sektor kerajinan dan furnitur bambu melibatkan lebih dari 15.000 pelaku UMKM di Indonesia. UMKM tersebut umumnya:

- a. Berbasis komunitas pedesaan,
- b. Mengandalkan bahan lokal dan keterampilan tradisional,
- c. Menerapkan sistem padat karya dan teknologi sederhana.

Banyak UMKM menghadapi kendala modal, akses pasar, dan adopsi teknologi bersih. Untuk itu, penguatan kapasitas teknis, inkubasi bisnis, serta skema kemitraan inklusif perlu didorong (UNIDO, 2021).

2. Praktik Ekonomi Sirkular dalam Industri Bambu

Ekonomi sirkular dalam konteks bambu mencakup upaya:

- a. Mengurangi limbah: pemanfaatan limbah serutan, batang, dan daun untuk bahan bakar, kompos, atau kerajinan.
- b. Menggunakan kembali: produk bambu dapat diperbaiki dan didaur ulang menjadi barang baru.
- c. Daur ulang dan biomaterial: konversi limbah bambu menjadi pulp, bioplastik, atau panel komposit.

Model circular economy berbasis bambu tidak hanya memperpanjang siklus hidup produk, tetapi juga mengurangi jejak karbon dan ketergantungan pada bahan sintetis, sesuai

prinsip pembangunan berkelanjutan (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

3. Studi Kasus

- a. Rumah Bambu di Desa Karanganyar, Yogyakarta: menggunakan limbah batang untuk atap dan struktur rumah wisata.
- b. BUMDes "Green Bamboo" di Jembrana, Bali: mendaur ulang sisa produksi bambu menjadi souvenir dan media tanam organik.

Studi-studi ini menunjukkan bahwa UMKM bambu dapat menjadi pionir dalam praktik ekonomi sirkular yang berdampak ekonomi, sosial, dan ekologis secara bersamaan.

13.3. Peluang Ekspor dan Industri Kreatif Ramah Lingkungan

1. Permintaan Global Produk Bambu

Pasar global bambu berkembang pesat, terutama di Asia, Eropa, dan Amerika Utara. Menurut INBAR (2022), nilai perdagangan global produk bambu dan rotan mencapai lebih dari USD 60 miliar per tahun, dengan pertumbuhan rata-rata 8–10% per tahun.

Produk bambu Indonesia yang potensial untuk ekspor meliputi:

- a. Furnitur bambu olahan (laminated bamboo furniture),
- b. Produk kerajinan dan dekorasi,
- c. Bambu engineered (bamboo flooring, panel, veneer),
- d. Tekstil dan benang serat bambu.

2. Industri Kreatif dan Inovasi Desain

Bambu memberikan fleksibilitas tinggi untuk desain kreatif karena:

- a. Dapat dibentuk dan dilaminasi menjadi berbagai tekstur,
- b. Memiliki nilai estetika tropis dan ramah lingkungan,

- c. Mendukung tren “eco-lifestyle” dan arsitektur berkelanjutan.

Brand-brand kreatif seperti BYO Living, Indobamboo, dan Jepara Creative Bamboo telah menembus pasar ekspor dengan produk seperti tas, lampu gantung, dan furnitur kelas premium berbahan bambu. Pengembangan pusat desain bambu lokal dan inkubasi wirausaha kreatif di daerah penghasil bambu perlu didorong agar potensi nilai tambahnya bisa maksimal.

3. Sertifikasi dan Standar Lingkungan

Untuk mengakses pasar ekspor, pelaku industri bambu perlu memenuhi standar seperti:

- a. FSC (Forest Stewardship Council) untuk keberlanjutan bahan,
- b. ISO 14001 untuk manajemen lingkungan,
- c. Sertifikasi organik (untuk tekstil dan kerajinan bebas bahan kimia).

Pemerintah dapat membantu melalui fasilitasi sertifikasi, pelatihan, serta pembukaan akses pasar internasional melalui pameran dan e-commerce berbasis hijau. Inovasi bambu dalam bioenergi, tekstil, konstruksi, serta peran UMKM dan pasar ekspor menunjukkan bahwa bambu bukan sekadar tanaman tropis, tetapi sumber daya strategis untuk ekonomi hijau. Dengan dukungan inovasi, regulasi, dan investasi yang tepat, bambu dapat menjadi tulang punggung transformasi ekonomi berkelanjutan Indonesia dan negara-negara berkembang lainnya.



BAB 14

STUDI KASUS DAN *BEST PRACTICE*

SEBAGAI langkah penting dalam merancang kebijakan dan aksi nyata yang berbasis bukti, studi kasus dan best practice menjadi landasan yang dapat dijadikan referensi. Melalui pengalaman lokal, nasional, dan internasional, berbagai pendekatan konservasi, pemanfaatan bambu, serta inovasi sosial dapat direplikasi atau dikembangkan lebih lanjut dalam konteks yang sesuai.

14.1. Studi di Indonesia

1. Desa Penglipuran, Bali: Integrasi Adat dan Konservasi

Desa Penglipuran dikenal sebagai salah satu desa wisata terbersih di dunia. Selain mempertahankan tradisi arsitektur dan adat, masyarakat desa ini juga melestarikan hutan bambu seluas ±45 ha. Pengelolaan hutan bambu dilakukan berbasis awig-awig (hukum adat) yang mengatur:

- a. Pelarangan penebangan bambu muda,
- b. Waktu panen hanya pada bulan tertentu (menyesuaikan musim),
- c. Sanksi sosial bagi pelanggar.

Hutan bambu ini bukan hanya sumber ekonomi (kerajinan dan bahan bangunan), tetapi juga memiliki fungsi ekologis sebagai penyangga air dan pelindung tanah dari erosi. Dukungan pemerintah daerah dan pengembangan ekowisata memperkuat fungsi ekonomi tanpa mengorbankan konservasi (Yudani, 2021).

2. Kawasan Perhutanan Sosial di Garut dan Tasikmalaya

Melalui skema Hutan Kemasyarakatan (HKm), masyarakat di Jawa Barat telah mengelola lahan kritis dengan menanam bambu jenis ori, betung, dan hitam. Kelompok Tani Hutan (KTH) bekerja sama dengan LSM dan BUMDes membangun unit produksi briket, anyaman, dan bambu konstruksi. Praktik ini menjadi contoh konservasi produktif: hutan bambu menjadi sumber pendapatan sekaligus memperbaiki tata air dan mencegah longsor di daerah dataran tinggi (Sutrisno, 2020).

14.2. Studi Internasional (China, India, Afrika)

1. China: Transformasi Industri dan Penelitian Terpadu

China merupakan negara dengan pengelolaan bambu paling maju di dunia. Di Provinsi Zhejiang, lebih dari 1 juta hektare hutan bambu dikelola untuk:

- a. Produksi papan laminasi dan tekstil serat bambu,
- b. Bambu sebagai bahan bangunan skala industri,
- c. Riset karbonisasi bambu untuk bioenergi.

Model "One Bamboo Township, One Product" di China menggabungkan industri bambu, pelatihan tenaga kerja, dan

pembangunan desa mandiri berbasis ekonomi hijau (INBAR, 2020).

2. **India: Penguatan UMKM dan Inklusi Sosial**

India menjadikan bambu sebagai bagian dari Missions of Greening India, dan menempatkannya di bawah kementerian khusus (National Bamboo Mission). Di Negara Bagian Assam dan Mizoram, bambu menjadi sumber utama kerajinan dan perabot rumah tangga, dengan lebih dari 400.000 tenaga kerja terlibat. India juga berhasil mengembangkan model klaster bambu berbasis koperasi perempuan, yang memperkuat peran sosial dan ekonomi kelompok rentan (Singh et al., 2018).

3. **Afrika: Solusi untuk Reklamasi Lahan dan Energi**

Di Ghana dan Ethiopia, bambu digunakan sebagai solusi untuk lahan terdegradasi dan sebagai alternatif bahan bakar padat. INBAR memfasilitasi program “Bamboo as Fuel for Clean Cooking”, menggantikan kayu bakar yang menyebabkan deforestasi. Hasilnya, emisi karbon rumah tangga turun dan kesehatan perempuan serta anak-anak meningkat (INBAR Africa, 2019).

14.3. Kisah Sukses Masyarakat Lokal dan LSM

1. **Jepara: Bambu sebagai Wirausaha Sosial**

LSM Bamboo Foundation Indonesia bersama pengrajin lokal Jepara berhasil mendirikan unit usaha bambu yang menghasilkan furnitur ekspor dan produk rumah tangga berbahan bambu. Mereka mengembangkan:

- a. Pelatihan desain berkelanjutan,
- b. Sertifikasi FSC,
- c. Pusat pembibitan bambu yang dikelola bersama petani.

Kegiatan ini mempertemukan kearifan lokal dan inovasi global dalam kerangka wirausaha sosial yang memberi dampak nyata bagi ekonomi lokal.

2. Kaki Gunung Merapi: Restorasi Lahan Pascabencana

Pasca erupsi Merapi, berbagai komunitas lokal dan relawan menanam bambu sebagai bagian dari restorasi lahan. Jenis bambu betung, ampel, dan tali digunakan untuk:

- a. Penahan longsor dan sedimen,
- b. Bahan bangunan rumah sementara,
- c. Sumber ekonomi alternatif bagi korban bencana.

Model ini diadopsi dalam program rehabilitasi lahan pasca-bencana berbasis partisipatif dan low-cost, dengan hasil yang signifikan dalam 3–5 tahun setelah penanaman (BPBD DIY, 2018). Studi-studi ini membuktikan bahwa bambu bukan hanya solusi ekologis, tetapi juga alat transformasi sosial dan ekonomi. Best practice dari berbagai wilayah memberikan inspirasi dan pembelajaran yang bisa direplikasi sesuai konteks lokal untuk memperkuat keberlanjutan pengelolaan hutan bambu.



BAB 15

KARAKTERISTIK, POTENSI DAN PENYEBARAN TEGAKAN BAMBU DI SULAWESI SELATAN

15.1. Karakteristik Tegakan Bambu di Sulawesi Selatan

SEKTOR bambu di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan yang menghambat pengembangannya. Beberapa permasalahan utama yang dihadapi meliputi penebangan liar, terbatasnya luas areal budidaya, keterbatasan anggaran, rendahnya nilai tambah produk bambu, minimnya kegiatan penelitian, serta belum tersedianya data inventarisasi lahan bambu yang akurat. Permasalahan ini berdampak pada rendahnya produktivitas dan optimalisasi potensi bambu sebagai sumber daya hayati yang bernilai ekonomi tinggi.

Salah satu sentra pengembangan bambu di Indonesia adalah Provinsi Sulawesi Selatan. Tegakan bambu di wilayah ini umumnya tumbuh di lahan milik petani, baik secara monokultur maupun dalam sistem agroforestri bersama tanaman lain. Pola tanamnya bervariasi, mulai dari pola acak hingga sistem alley cropping. Lokasi kebun bambu biasanya berada tidak jauh dari permukiman, seperti yang ditemukan di wilayah Tana Toraja (termasuk Tana Toraja Utara) dan Soppeng. Selain itu, terdapat pula bentuk tegakan bambu yang menyerupai hutan, seperti di daerah Gowa dan Maros.

Jenis bambu yang umum diusahakan oleh masyarakat Sulawesi Selatan terdiri dari empat spesies, yaitu *Gigantochloa atter* (parring), *Schizostachyum brachycladum* (tallang, totoang), *Bambusa vulgaris* (banoa, lalo, ao), dan *Dendrocalamus asper* (pattung, betung). Berdasarkan data dari Muin et al. (2006), potensi produksi bambu di wilayah ini dapat mencapai 8.975 batang per hektare. Keberadaan bambu telah memberikan berbagai manfaat bagi masyarakat setempat, terutama dalam menunjang kehidupan ekonomi dan budaya lokal.

Namun demikian, pemanfaatan bambu di Sulawesi Selatan masih bersifat konvensional dan belum dioptimalkan secara maksimal. Tingkat pemanfaatan juga berbeda-beda di setiap daerah, tergantung pada kebiasaan dan kebutuhan masyarakat setempat. Bambu umumnya digunakan secara tradisional, baik sebagai bahan konstruksi, bahan baku kerajinan, maupun sebagai bahan pangan. Pemanfaatan yang masih terbatas ini menunjukkan perlunya pendekatan inovatif, peningkatan nilai tambah, serta dukungan penelitian dan kebijakan yang berkelanjutan untuk mengembangkan sektor bambu di Sulawesi Selatan secara optimal.

Luas areal bambu di Sulawesi Selatan hingga kini terus mengalami kecenderungan penurunan dari tahun ke tahun. Salah

satu faktor utama yang menyebabkan penurunan ini adalah meningkatnya permintaan terhadap bambu, yang sayangnya tidak diimbangi dengan upaya perbaikan dalam pengelolaan tegakan bambu secara berkelanjutan. Selain itu, konversi lahan menjadi fungsi lain, seperti permukiman, pertanian intensif, maupun pembangunan infrastruktur, turut berkontribusi terhadap menyusutnya luas lahan bambu di wilayah ini.

Bambu merupakan tumbuhan perennial yang memiliki batang berkayu dan beruas-ruas, serta lazim tumbuh menyerupai pohon. Meskipun sering disamakan dengan tumbuhan berkayu lainnya, bambu memiliki karakteristik yang khas, seperti batang yang umumnya berongga, sistem rimpang yang kompleks, serta daun dengan pelepah tajam menyerupai pisau. Ciri-ciri morfologis bambu ini telah dijelaskan oleh para peneliti, di antaranya Kleinheinz et al. (2000), Linvill et al. (2000), dan Widjaya (2001). Menurut Ohrnberger (1999) dalam Bystriakova et al. (2003), bambu dapat berbentuk seperti pohon atau menyerupai tumbuhan herba, tergantung pada spesies dan lingkungan tumbuhnya.

Secara botani, bambu bukan termasuk kayu, melainkan tergolong dalam keluarga rumput-rumputan (Gramineae/Poaceae). Namun, dari segi komposisi kimia, struktur, dan proporsi zat kayunya, bambu memiliki kesamaan yang cukup besar dengan kayu konvensional. Hal ini menyebabkan bambu dapat berfungsi sebagai alternatif bahan baku pengganti kayu dalam berbagai aplikasi. Walaupun secara biologis bambu dikategorikan sebagai rumput, Badan Pangan Dunia (FAO) menyatakan bahwa hutan bambu dapat memenuhi kriteria sebagai hutan pohon, karena memiliki tinggi tajuk dan penutupan kanopi yang serupa dengan pohon berkayu. Hal ini ditegaskan dalam laporan FAO (2004) yang dikutip oleh Liese (2009).

Bambu memiliki kemampuan yang cukup istimewa dalam memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan hasil dan jasa ekosistem secara lebih efisien dibandingkan dengan beberapa jenis pohon lainnya (Andargatchew, 2008). Meskipun demikian, secara kasat mata tampaknya tidak ada alasan kuat untuk menyatakan bahwa bambu secara signifikan mengungguli pohon dalam hal penyerapan karbon (Liese, 2009). Namun, bambu tetap memiliki berbagai potensi yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi beragam permasalahan lingkungan, ekonomi, dan sosial.

Salah satu keunggulan bambu adalah biaya eksploitasi dan pengolahannya yang relatif rendah, serta sifatnya yang serbaguna. Bambu memainkan peran penting dalam memenuhi kebutuhan hidup masyarakat, terutama di pedesaan, di mana sumber daya alternatif atau kesempatan kerja sering kali terbatas. Pandangan lama yang menyebut bambu sebagai "pohon orang miskin" (poor man's tree) kini mulai berubah seiring kemajuan teknologi. Teknologi tinggi telah memungkinkan bambu menjadi bahan baku industri yang potensial sebagai pengganti kayu. Dengan demikian, bambu memiliki nilai strategis sebagai aset ekonomi dalam upaya menurunkan angka kemiskinan, mendorong pertumbuhan ekonomi, dan sekaligus memperbaiki kualitas lingkungan (Ghimire, 2008).

Sebagai tanaman yang tumbuh cepat, bambu menempati posisi khusus dalam kehidupan masyarakat, khususnya di kawasan Asia (Lewis et al., 2010). Di Indonesia, pola pemanfaatan bambu sangat beragam dan dipengaruhi oleh budaya lokal masing-masing daerah (Widjaya, 2001). Perbedaan budaya ini menghasilkan variasi dalam cara bambu digunakan, baik untuk keperluan bahan bangunan, kerajinan, maupun konsumsi. Oleh karena itu, diperlukan perhatian khusus untuk mengeksplorasi dan mengoptimalkan potensi bambu sebagai bahan baku secara

menyeluruh dan berkelanjutan di berbagai wilayah di Indonesia (Pandey et al., 2008).

Bambu dikenal sebagai tanaman cepat tumbuh dengan produktivitas tinggi dan kemampuan untuk dipanen setiap tahun tanpa merusak sistem tanaman apabila dikelola secara tepat. Sebagai salah satu tanaman dengan laju pertumbuhan tercepat di dunia, bambu merupakan mitra ideal bagi ekosistem. Dalam kondisi optimal, bambu dapat dipanen kembali setiap tiga tahun tanpa menyebabkan kerusakan pada lingkungan sekitarnya. Tajuknya yang rimbun sangat efektif dalam menghidupkan kembali lahan-lahan terdegradasi, menjadikan bambu sebagai solusi potensial untuk rehabilitasi lingkungan. Selain itu, pertumbuhan bambu yang sangat cepat—dapat mencapai 80 hingga 300 mm per hari (Laemlaksakul et al., 2006)—menjadikannya lebih unggul dibandingkan pohon dalam hal peremajaan lahan.

Selain fungsinya dalam pemulihan ekosistem, bambu juga memiliki nilai estetika yang tinggi. Dengan bentuk yang elegan dan karakteristik ornamental yang kuat, bambu kerap dimanfaatkan untuk memperindah lingkungan dan lanskap (Lai et al., 2006). Seiring meningkatnya perhatian terhadap isu keberlanjutan dan konservasi lingkungan, peran bambu semakin mendapat pengakuan. Bambu mudah diperoleh, memiliki daya regenerasi yang kuat, produktivitas tinggi, dan dapat dipanen dalam waktu singkat. Dari segi efisiensi lahan, bambu mampu menghasilkan biomassa lebih banyak per satuan luas dibandingkan dengan pohon (Dannenmann et al., 2007).

Studi menunjukkan bahwa bambu memiliki kapasitas penyerapan karbon yang luar biasa. Bambu mampu menyerap karbon hingga empat kali lebih banyak dibandingkan pohon, sekaligus melepaskan oksigen 35% lebih tinggi (Lai et al., 2006; Brenner, 2008). Dalam konteks mitigasi perubahan iklim, bambu

dapat menyerap karbon hingga 12 ton per hektare per tahun (Lai et al., 2006), menjadikannya sebagai sumber karbon sekaligus penyimpanan karbon (carbon sink) yang sangat potensial. Ekosistem bambu merupakan bagian integral dari ekosistem hutan, baik dalam bentuk hutan alam maupun hutan tanaman, dengan potensi besar dalam memproduksi biomassa, terutama pada bagian batang.

Lebih lanjut, kemampuan bambu dalam menyimpan karbon dipengaruhi oleh keseimbangan antara laju fiksasi karbon dan laju dekomposisi. Jika jumlah karbon yang difiksasi lebih besar daripada yang dilepaskan, maka bambu berperan sebagai penyimpanan karbon yang efektif. Peningkatan cadangan karbon di ekosistem dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan, yaitu: (a) meningkatkan pertumbuhan biomassa secara alami, (b) menambah cadangan kayu dengan menanam pohon atau mengurangi pemanenan, dan (c) mengembangkan hutan dengan spesies yang tumbuh cepat (Sedjo et al., 1988).

15.2. Potensi dan Penyebaran Tegakan Bambu di Sulawesi Selatan

Berdasarkan hasil inventarisasi yang dilakukan oleh BRKLT Wilayah IX pada tahun 1997, sebagaimana dikemukakan oleh Allo (2002), luas lahan bambu di Provinsi Sulawesi Selatan tercatat mencapai 11.881 hektare. Lahan tersebut tersebar di 14 kabupaten, yaitu Luwu, Tana Toraja, Soppeng, Sinjai, Pangkep, Enrekang, Takalar, Gowa, Maros, Barru, Pinrang, Mamuju, Sidrap, dan Polmas. Data ini memberikan gambaran awal mengenai potensi persebaran bambu di wilayah Sulawesi Selatan, meskipun informasi tersebut perlu diperbarui mengingat kemungkinan adanya perubahan luas lahan akibat dinamika penggunaan lahan dan pertumbuhan wilayah dari waktu ke waktu.

Tabel 2 Luas Areal Pengembangan dan Produksi Bambu di Sulawesi Selatan

No	Kabupaten	Luas Areal (ha)	Produksi (batang/ha)
1	Luwu	475	2100
2	Tana Toraja	6071	2975
3	Soppeng	285	1470
4	Sinjai	150	2160
5	Pangkep	150	1680
6	Enrekang	400	2250
7	Takalar	300	2275
8	Gowa	1600	3600
9	Maros	1125	2900
10	Barru	150	930
11	Pinrang	200	1200
12	Mamuju	450	1800
13	Sidrap	150	990
14	Polmas	250	2130

Sumber: BRKLT Wilayah IX, 1997 (Allo 2002)

Potensi dan penyebaran bambu di wilayah penelitian berdasarkan jenisnya dapat dilihat pada Tabel 2. Dari data yang disajikan dalam tabel tersebut, terlihat bahwa jenis bambu yang sama dapat memiliki jumlah rumpun yang berbeda-beda, tergantung pada kondisi lokasi dan pola penyebarannya. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi bambu tidak selalu seragam, baik dari segi jumlah maupun sebaran geografis. Variasi ini dapat dipengaruhi oleh faktor ekologis, pola pemanfaatan oleh masyarakat, serta sistem budidaya yang diterapkan (Muin et al., 2006).

Tabel 3 Potensi dan Penyebaran Bambu di Sulawesi Selatan Berdasarkan Jenisnya

Kabupaten	Jenis Bambu	Potensi rata-rata		Frekuensi	Pola Sebaran*
		Batang per Rumpun	Rumpun per ha		
Maros	Parring (<i>G. atter</i>)	47	163	93.08	Mengelompok
	Banoa (<i>B. vulgaris</i>)	26	15	5.19	Acak
	Tallang (<i>S. brachycladium</i>)	105	5	1.73	Acak
Gowa	Parring (<i>G. atter</i>)	43	87	73.18	Mengelompok
	Totoang (<i>S. brachycladium</i>)	44	26	22.91	Mengelompok
	Banoa (<i>B. vulgaris</i>)	39	2	2.23	Mengelompok
	Pattung (<i>D. asper</i>)	48	2	1.68	Acak
Soppeng	Parring (<i>G. atter</i>)	36	393	98.92	Mengelompok
	Tallang (<i>S. brachycladium</i>)	68	10	0.54	Acak
	Lalo (<i>B. vulgaris</i>) ⁴⁹	44	11	0.54	Acak
Tana Toraja	Tallang (<i>S. brachycladium</i>)	49	91	76.09	Mengelompok
	Parring (<i>G. atter</i>)	65	21	14.67	Mengelompok
	Betung (<i>D. asper</i>)	45	11	8.70	Mengelompok
	Ao (<i>B. vulgaris</i>)	38	1	0.54	Acak

Sumber: Muin, *et. al.*, 2006

Berdasarkan hasil analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) dan survei lapangan, yang dilakukan penulis bekerjasama dengan Balai Pengembangan Teknologi Perumahan tradisional (Tahun 2016) diketahui bahwa luas sebaran hutan bambu rakyat di Provinsi Sulawesi Selatan mencapai 11.019,670 hektar. Hutan bambu rakyat ini tersebar hampir di seluruh kabupaten/kota di wilayah tersebut, dengan sebaran terluas terdapat di Kabupaten Maros, Gowa, Soppeng, Tana Toraja, Tana Toraja Utara, dan Sinjai. Bambu merupakan vegetasi dominan pada kebun campuran dan di banyak lokasi ditemukan tumbuh dalam bentuk tegakan yang berkelompok.

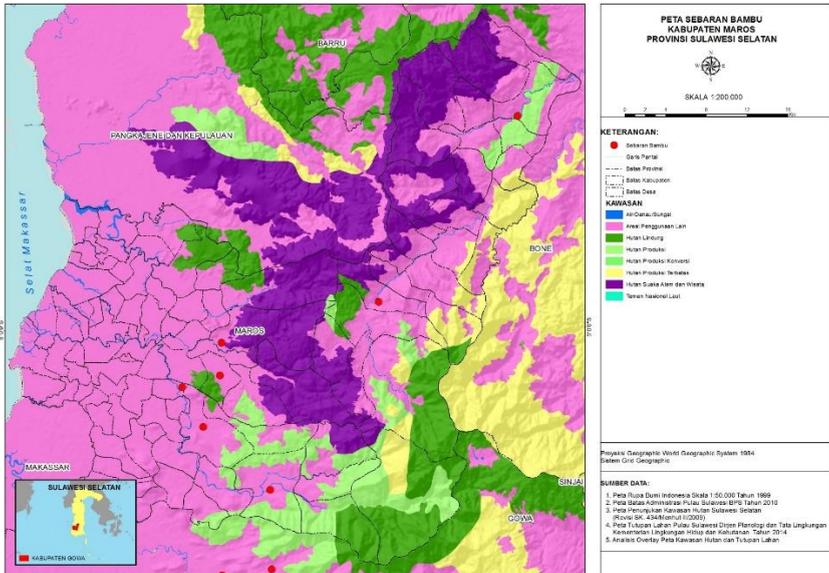
Tegakan bambu umumnya berada pada kategori APL (Areal Penggunaan Lain), yaitu lahan milik masyarakat. Sebaran ini mencakup berbagai bentuk penggunaan lahan, seperti hutan bambu rakyat, kebun campuran, pekarangan rumah atau kebun rumah tangga (home garden), serta sepanjang aliran sungai. Sebagian kecil tegakan bambu juga ditemukan di dalam kawasan hutan negara.

Tabel 4 menyajikan data mengenai sebaran bambu di Sulawesi Selatan berdasarkan hasil survei di berbagai daerah penghasil bambu utama. Sementara itu, hasil analisis spasial SIG terhadap sebaran bambu di Sulawesi Selatan ditampilkan secara visual dalam Gambar 3 hingga Gambar 8, yang memberikan gambaran lebih rinci mengenai distribusi geografis tegakan bambu di wilayah tersebut.

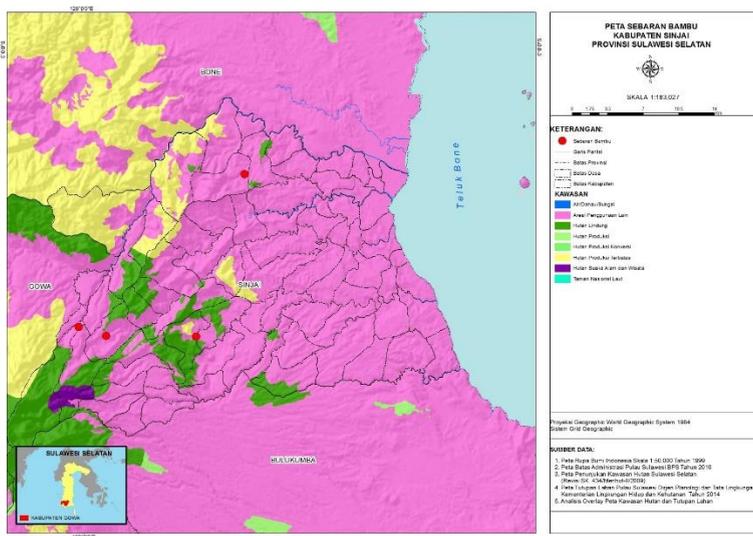
Tabel 4 Penyebaran Bambu di Sulawesi Selatan

No	Kabupaten dengan Sebaran Bambu Tertinggi	Lokasi sebaran Bambu (Desa/ Kelurahan)
1	Maros	Borong
		Biringkaloro
		Tompobulu
		Todopulia
		Batu Bassi
		Allaere
		Rompegading
		Simbang
2	Gowa	Borisallo
		Lanna
		Belanranga
		Bontoparang
		Kel. Bulutana
		Desa Parigi
		Kel. Malino
3	Tana Toraja/Tana Toraja Utara	Kesu Malenang
		Tapparan
		Ba'tan Padang
		Katung
		Kelurahan Pantanakanlolo
		Kelurahan Sapan
		Lembang parundengan
		Lembang Ranteuma
Lemo		
4	Soppeng	Palangiseng
		Kessing
		Lapajung
		Barae
5	Sinjai	Bontolempangan
		Gunung Perak
		Polewali
		Bulupoddo

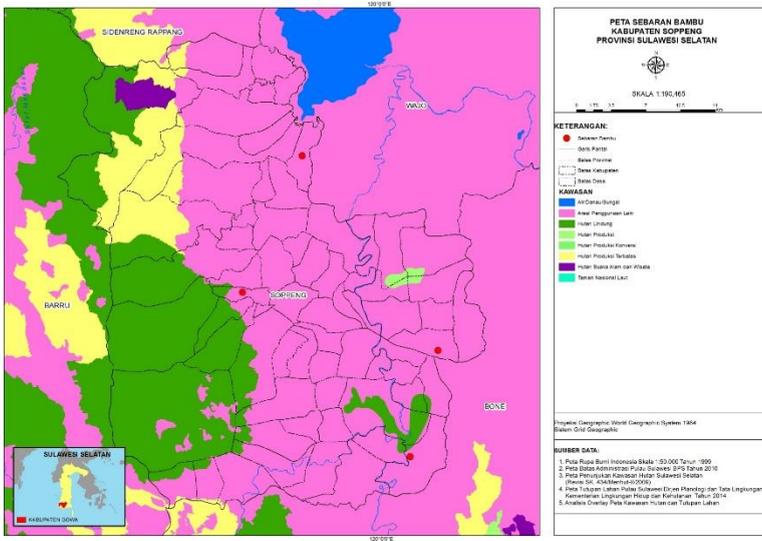
Sumber: Data Survey, 2016



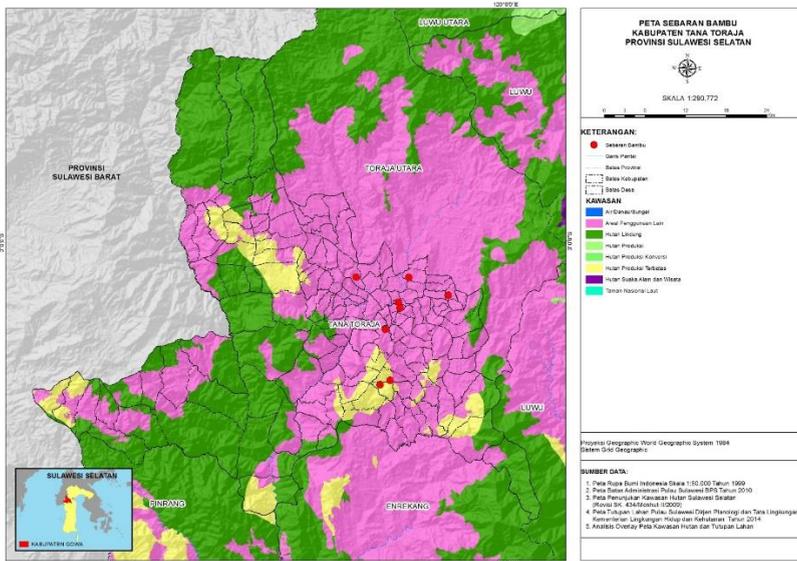
Gambar 5. Peta Sebaran Bambu di Kabupaten Maros



Gambar 6 Peta Sebaran Bambu di Kabupaten Sinjai



Gambar 7. Peta Sebaran Bambu di Kabupaten Soppeng



Gambar 8. Peta Sebaran Bambu di Kabupaten Tana Toraja

Berdasarkan hasil analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) dan survei lapangan, luas hutan bambu di Provinsi Sulawesi Selatan diperkirakan mencapai sekitar 11.019,67 hektare. Sebaran hutan bambu ini tidak merata, dengan luas terbesar berada di Kabupaten Tana Toraja (termasuk Kabupaten Tana Toraja Utara) yang mencapai 5.901,88 hektare. Selanjutnya, hutan bambu juga banyak ditemukan di Kabupaten Maros dengan luas 2.548,42 hektare, Kabupaten Gowa seluas 1.136,62 hektare, Kabupaten Soppeng seluas 142,38 hektare, dan Kabupaten Sinjai seluas 138,05 hektare. Informasi lebih rinci mengenai luas hutan bambu di masing-masing kabupaten/kota di Sulawesi Selatan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Luas Hutan Bambu di Sulawesi Selatan

No.	Sebaran Bambu (Kabupaten)	LUAS (ha)
1	Bantaeng	15.280
2	Barru	67.65
3	Bone	45.080
4	Bulukumba	111.3
5	Enrekang	123.67
6	Gowa	1136.62
7	Luwu	252.19
8	Luwu Timur	32.540
9	Luwu Utara	11.850
10	Maros	2,548.420
11	Palopo	15.510
12	Pangkajene Kepulauan	123.53
13	Pinrang	147.3
14	Sidenreng Rappang	133.81
15	Sinjai	138.05

16	Soppeng	142.38
17	Takalar	21.310
18	Tana Toraja (Termasuk Tana Toraja Utara)	5,901.88
20	Wajo	51.300
	Total	11,019.67

Sumber: Hasil Analisis SIG dan Survey Lapangan, 2016

Hasil inventarisasi pada beberapa sampel terpilih menunjukkan bahwa potensi tegakan bambu di Sulawesi Selatan dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan data tersebut, jumlah tegakan bambu dari 30 plot pengamatan mencapai 4.635 batang per hektare, dengan jumlah rumpun sebanyak 190 per hektare dan rata-rata 24 batang per rumpun. Jumlah ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Muin et al. (2006), yang mencatat bahwa jenis bambu parring (*Gigantochloa atter*) di empat kabupaten di Sulawesi Selatan memiliki potensi sebesar 6.729 batang per hektare. Perbedaan ini mengindikasikan telah terjadi penurunan jumlah batang tegakan bambu dalam beberapa tahun terakhir, yang menjadi salah satu indikasi bahwa pengelolaan tegakan bambu di Sulawesi Selatan belum dilakukan secara lestari.

Lebih lanjut, berdasarkan komposisi umur tegakan, terlihat bahwa jumlah batang bambu berumur ≥ 3 tahun mencapai 1.522 batang per hektare, sedangkan bambu berumur 2–3 tahun hanya sebanyak 1.333 batang per hektare. Kondisi ini menunjukkan adanya indikasi over-pemanenan pada batang bambu muda, khususnya pada umur produktif 2–3 tahun. Sementara itu, riap tahunan (pertumbuhan tahunan) bambu tercatat sebesar 1.779 batang per hektare per tahun. Angka ini mencerminkan jumlah maksimum batang bambu yang dapat dipanen setiap tahun dari hutan rakyat secara lestari atau dikenal sebagai maximum sustainable yield.

Rendahnya potensi tegakan bambu ini juga dipengaruhi oleh pola pengelolaan yang kurang optimal. Salah satu indikasinya adalah praktik penjualan rumpun atau tegakan secara langsung, yang menyebabkan terjadinya penumpukan batang-batang tua (≥ 3 tahun) di lapangan. Dalam beberapa kasus, pedagang memilih menyimpan tegakan bambu yang telah tumbuh hingga usia tertentu untuk menunggu waktu jual yang dianggap menguntungkan secara ekonomi. Pola ini, meskipun menguntungkan dalam jangka pendek, berpotensi merusak keberlanjutan tegakan bambu dalam jangka panjang.

Tabel 6 Potensi Tegakan Bambu di Sulawesi Selatan

No Plot	Lokasi Sampel	Jumlah Rumpun	Jumlah Batang				Batang per rumpun	Jenis Bambu
			<1	2-3'	>3	Total		
1	Pantanakanlobo, Tana Toraja Utara	19.00	177	145	115	437	23.00	Betung
2	Pantanakanlobo, Tana Toraja Utara	17.00	103	90	108	301	17.71	Betung
3	Sapan, Tana Toraja Utara	20.00	191	98	105	394	19.70	Betung
4	Sapan, Tana Toraja Utara	21.00	154	144	179	477	22.71	Tallang
5	Sapan, Tana Toraja Utara	20.00	179	191	188	558	27.90	Awo
6	Lemo, Tana Toraja	18.00	173	123	97	393	21.83	Betung
7	Lemo, Tana Toraja	16.00	143	90	120	353	22.06	Betung
8	Lemo, Tana Toraja	20.00	198	98	115	411	20.55	Awo
9	Lemo, Tana Toraja	21.00	154	144	179	477	22.71	Tallang
10	Lemo, Tana Toraja	18.00	179	191	185	555	30.83	Betung
11	Borsallo, Gowa	19.00	187	145	115	447	23.53	Parring
12	Borsallo, Gowa	16.00	157	90	108	355	22.19	Parring
13	Bontongparang, Gowa	20.00	191	98	148	437	21.85	Parring
14	Parigi, Gowa	22.00	167	132	180	479	21.77	Betung
15	Parigi, Gowa	19.00	179	186	185	550	28.95	Tallang
16	Borong, Maros	18.5	216	85	142	443	23.95	Parring
17	Borong, Maros	17	172	78	131	381	22.41	Parring
18	Siribang, Maros	20.5	150	79	99	328	16.00	Parring
19	Toddopuli, Maros	19.5	173	188	177	538	27.59	Parring
20	Borong, Maros	19	197	191	182	570	30.00	Tallang
21	Bontolempangan, Sinjai	18.5	242	238	137	617	33.35	Parring
22	Bontolempangan, Sinjai	19	197	132	146	475	25.00	Awo
23	Gunung Perak, Sinjai	20	182	87	169	438	21.90	Parring
24	Buhpoddoo, Sinjai	19.5	201	81	252	534	27.38	Parring
25	Buhpoddoo, Sinjai	20	172	70	114	356	17.80	Awo
26	Pakingseng, Soppeng	18.00	165	162	192	519	28.83	Parring
27	Pakingseng, Soppeng	19.00	175	167	160	502	26.42	Parring
28	Kessing, Soppeng	20.00	177	102	174	453	22.65	Parring
29	Kessing, Soppeng	18.00	198	251	250	699	38.83	Tallang
30	Lapajung, Sinjai	18.00	189	124	114	427	23.72	Parring
Total		570.50	5338.00	4000.00	4566.00	13904.00	391.07	Parring
Rata-Rata per Plot		19.02	177.93	133.33	152.20	463.47	24.44	
Total per ha		190	1779	1333	1522	4635	24	

Sumber: Data Survey, 2016

Rendahnya potensi tegakan bambu juga disebabkan oleh belum terbentuknya kelembagaan yang mengatur pengelolaan hutan bambu rakyat secara sistematis. Akibatnya, pengelolaan hutan bambu rakyat cenderung dilakukan secara tidak terencana dan kurang berkelanjutan. Salah satu praktik yang umum terjadi adalah sistem penjualan rumpun atau tegakan bambu secara langsung oleh pedagang atau pengusaha, tanpa mempertimbangkan aspek umur panen. Pemanenan sering kali dilakukan pada batang bambu yang masih muda, khususnya pada umur 1–3 tahun, padahal batang pada rentang usia ini belum mencapai kondisi optimal untuk dimanfaatkan.

Selain itu, pedagang cenderung menahan atau menyimpan tegakan bambu yang sedang tumbuh, dan hanya menjualnya ketika harga dianggap menguntungkan secara ekonomi. Akibat dari praktik ini adalah menumpuknya batang-batang bambu tua, yaitu yang berumur ≥ 3 tahun, di lapangan. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada produktivitas jangka panjang tegakan, tetapi juga dapat menurunkan kualitas hasil panen. Menurut Othman (1994), untuk berbagai tujuan penggunaan, pemanenan bambu sebaiknya dilakukan pada umur lebih dari 3 tahun, ketika kualitas fisik dan kekuatan batang telah mencapai kondisi optimal.



Gambar 9. Rumpun Bambu dengan komposisi umur kurang 1 tahun dan 1 tahun.

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa pada kelompok umur 1 hingga 3 tahun terjadi intensitas penebangan bambu yang sangat tinggi. Penebangan yang tidak terkendali ini mengakibatkan penurunan potensi tegakan bambu secara signifikan, yang mencerminkan bahwa pengelolaan hutan bambu rakyat belum mengikuti prinsip-prinsip pengelolaan hutan secara lestari (sustainable forest management). Tingginya permintaan pasar terhadap bambu untuk berbagai keperluan, seperti penyangga pengecoran bangunan, industri rumah tangga, kerajinan tangan, dan kebutuhan budaya, telah mendorong masyarakat melakukan pemanenan secara intensif. Bambu-bambu tersebut kemudian dijual langsung kepada distributor atau konsumen tanpa mempertimbangkan umur panen yang ideal.

Di sisi lain, tingginya jumlah tegakan bambu pada umur di atas 3 tahun disebabkan oleh strategi pemasaran para distributor atau konsumen, yang cenderung membeli bambu yang lebih muda (< 1 tahun atau 1–3 tahun), lalu menyimpannya hingga usia > 3 tahun. Penyimpanan ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan industri seperti mebel atau untuk menunggu harga pasar yang lebih tinggi. Pola seperti ini berdampak negatif terhadap struktur umur tegakan bambu, yang pada akhirnya dapat mempercepat degradasi hutan bambu rakyat jika tidak segera ditangani.

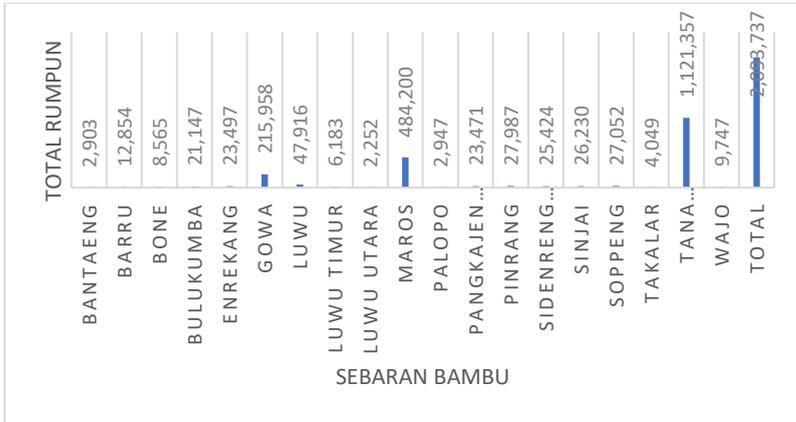
Oleh karena itu, penerapan pengelolaan hutan bambu rakyat secara lestari menjadi sangat penting. Pengelolaan yang baik tidak hanya menjamin keberlanjutan pasokan bambu, tetapi juga dapat meningkatkan pendapatan masyarakat serta mendukung fungsi ekologis bambu, seperti penyerapan emisi karbon dioksida (CO₂), penyimpanan karbon, konservasi tanah, dan pengaturan tata air. Salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah pola pemanenan berdasarkan konsep maximum sustainable yield, yaitu

dengan memastikan bahwa volume bambu yang dipanen setiap tahun tidak melebihi kapasitas pertumbuhan tahunan bambu. Dengan demikian, keseimbangan antara pemanfaatan dan kelestarian sumber daya bambu dapat terjaga dalam jangka panjang.

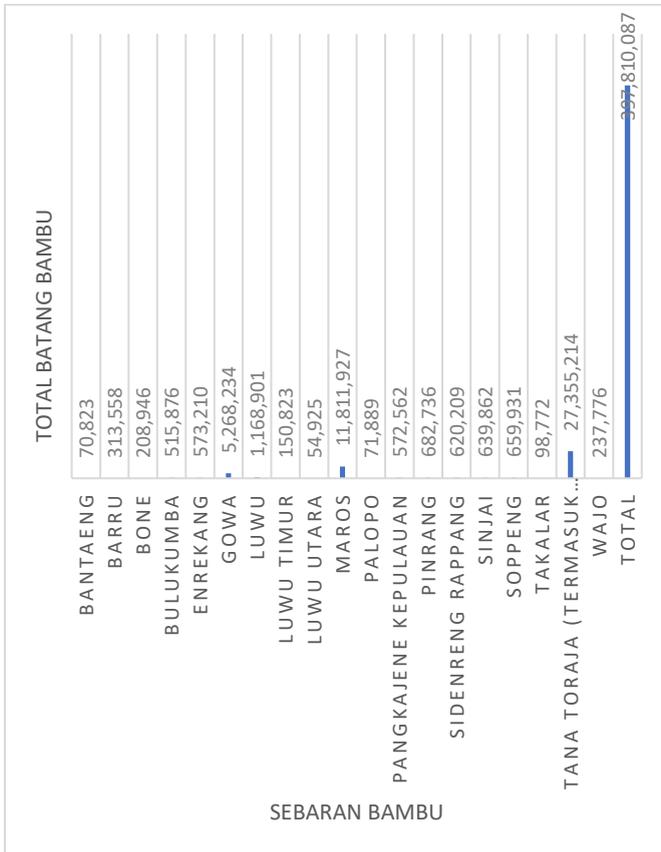


Gambar 10. Penebangan Bambu dengan Umur 1 tahun yang lebih banyak

Hasil inventarisasi tegakan bambu di Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa jumlah total rumpun bambu yang tersebar di wilayah ini mencapai sekitar 2.093.737 rumpun (Gambar 11). Kabupaten dengan jumlah rumpun terbanyak adalah Tana Toraja (termasuk Kabupaten Tana Toraja Utara) dengan total sebanyak 1.121.357 rumpun. Selanjutnya, jumlah rumpun yang cukup besar juga ditemukan di Kabupaten Maros sebanyak 484.200 rumpun, diikuti oleh Kabupaten Gowa dengan 215.958 rumpun, Kabupaten Soppeng sebanyak 27.052 rumpun, dan Kabupaten Sinjai sebanyak 26.230 rumpun. Data ini menunjukkan bahwa distribusi tegakan bambu cukup terkonsentrasi pada wilayah-wilayah tertentu yang memiliki kondisi ekologis dan sosial yang mendukung pertumbuhan serta pemanfaatan bambu secara intensif.



Gambar 11. Total Rumpun Bambu di Sulawesi Selatan



Gambar 12. Total Batang Bambu di Sulawesi Selatan

Hasil inventarisasi tegakan bambu di Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa jumlah total batang bambu yang tersebar di wilayah ini mencapai sekitar 397.810.087 batang (Gambar 12). Jumlah batang terbanyak terdapat di Kabupaten Tana Toraja (termasuk Kabupaten Tana Toraja Utara) sebanyak 27.355.214 batang, diikuti oleh Kabupaten Maros sebanyak 11.811.927 batang, Kabupaten Gowa sebanyak 5.268.234 batang, Kabupaten Soppeng sebanyak 659.931 batang, dan Kabupaten Sinjai sebanyak 639.862 batang. Berdasarkan hasil analisis maximum sustainable yield, jumlah batang bambu yang dapat dipanen secara lestari di Sulawesi Selatan diperkirakan sebesar 19.603.993 batang per tahun. Dengan demikian, potensi bambu sebagai bahan baku bangunan di wilayah ini sangat besar dan menjanjikan, terutama jika dikelola secara berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan konstruksi, industri, dan kerajinan masyarakat.

Produksi bambu merupakan respons positif terhadap penerapan praktik silvikultur yang tepat, baik dalam hal produksi jumlah tunas maupun biomassa (Midmore, 2009). Sistem silvikultur pada bambu umumnya menggunakan metode "tebang pilih", yang dikombinasikan dengan kegiatan pembersihan dan perawatan rumpun. Dalam hal ini, rumpun dijadikan sebagai unit manajemen utama. Batang bambu yang telah mencapai usia panen (masak tebang) ditebang secara selektif, berdasarkan jumlah total batang yang siap panen dan kapasitas produktif rumpun. Tujuan utama dari sistem ini adalah untuk menjamin produksi yang maksimal tanpa merusak kemampuan regeneratif rumpun, serta menjaga keberlanjutan pertumbuhan dan produktivitas bambu.

Sebagai sumber daya yang dapat diperbaharui, setiap rumpun bambu umumnya terdiri atas 40–50 batang, dengan penambahan antara 10 hingga 20 batang baru setiap tahun (Hanim et al., 2010). Namun, hasil produksi tegakan bambu dapat menurun apabila struktur tegakan terganggu akibat penebangan yang tidak rasional. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan waktu dan cara penebangan. Bambu tidak boleh ditebang saat sedang

bertunas, dan sebaiknya hanya ditebang pada usia lebih dari empat tahun (FAO).

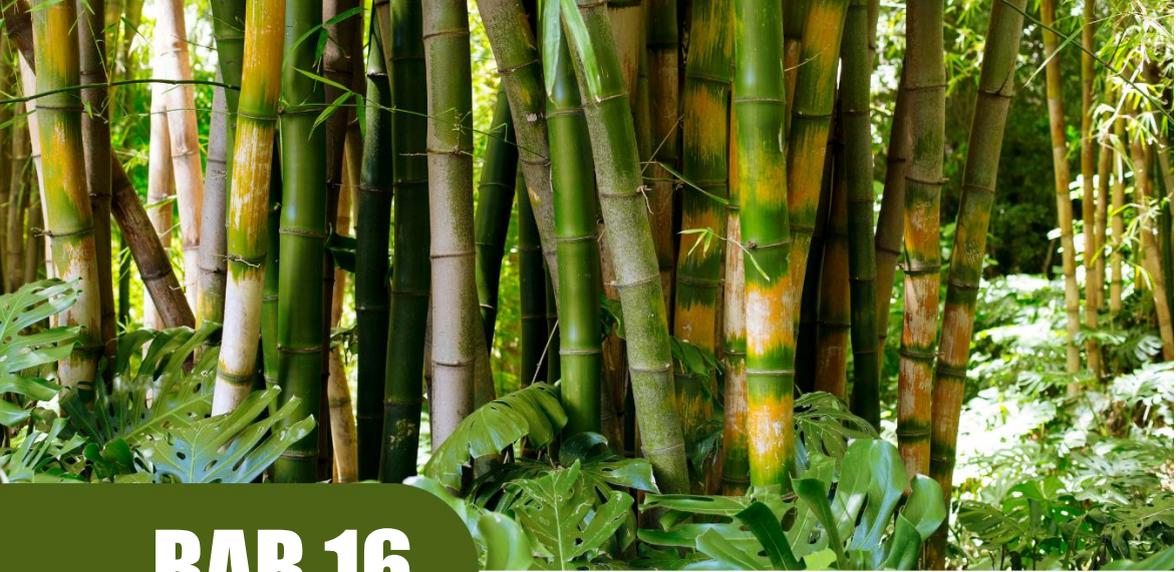
Menariknya, rumpun bambu yang tidak pernah ditebang justru mengalami hambatan dalam perkembangan anakan baru. Penebangan yang teratur diperlukan untuk merangsang pertumbuhan tunas baru. Perbandingan antara rumpun bambu yang dilakukan penebangan dan yang tidak dilakukan penebangan dapat dilihat pada Gambar 13 dan 14, yang memperlihatkan perbedaan signifikan dalam produktivitas dan regenerasi rumpun



Gambar 13. Rumpun bambu yang tidak dilakukan penebangan jumlah anakan sedikit



Gambar 14. Rumpun Bambu yang Dilakukan Penebangan Dengan Jumlah Anakan yang Banyak.



BAB 16

PRAKTEK PENGELOLAAN HUTAN BAMBU DI SULAWESI SELATAN

16.1. Pengelolaan Hutan Bambu di Sulawesi Selatan

PRINSIP pengelolaan hasil hutan secara berkelanjutan dalam bidang kehutanan pada dasarnya dapat diterapkan pula pada pengelolaan bambu, meskipun mekanisme teknisnya memiliki perbedaan tertentu. Salah satu perbedaan utama terletak pada pola pertumbuhan bambu, di mana setiap rumpun menghasilkan tunas baru setiap tahun. Tunas ini menjadi dasar dalam menentukan jumlah batang yang dapat dipanen setiap tahunnya. Pemanfaatan batang yang telah mencapai usia masak tebang justru dapat merangsang pertumbuhan batang baru dan pada akhirnya meningkatkan produktivitas rumpun. Sebaliknya, praktik tebang habis pada seluruh areal atau rumpun dianggap tidak bijaksana

karena dapat menyebabkan penurunan ukuran batang baru secara substansial selama beberapa tahun ke depan.

Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pengelolaan tegakan bambu yang bersifat multiguna. Manajemen multiguna dalam konteks pengelolaan hutan bambu ditujukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan pembangunan ekonomi, sosial, serta pelestarian fungsi ekologis lingkungan. Dalam hal ini, klasifikasi tujuan pengelolaan hutan bambu dapat dibagi menjadi tiga kategori utama, yaitu: memaksimalkan manfaat ekonomi, memaksimalkan manfaat ekologi, dan memaksimalkan manfaat sosial. Ketiga tujuan ini saling mendukung dalam upaya mewujudkan kelestarian bambu sebagai sumber daya alam yang terbarukan.

Bambu memiliki kapasitas regeneratif yang tinggi, dengan jumlah batang dalam satu rumpun berkisar antara 40 hingga 50 batang, dan dapat bertambah sebanyak 10 hingga 20 batang setiap tahun. Untuk menjaga keberlanjutan produksi, jumlah batang yang dipanen per tahun sebaiknya tidak melebihi 10–20 batang per rumpun (Hanim et al., 2010). Selain pendekatan berdasarkan jumlah absolut, pemanenan juga dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan persentase, yakni sekitar 20% dari total batang per rumpun per tahun. Pendekatan ini terbukti efektif untuk merangsang pertumbuhan tunas baru dan menjaga produktivitas rumpun dalam jangka panjang (Lewis, 2000).

16.2. Karakteristik Pertumbuhan Bambu di Sulawesi Selatan

Meskipun bambu termasuk dalam kelompok tumbuhan berkayu, secara taksonomi bambu merupakan anggota keluarga Poaceae (rumput-rumputan) dan dikenal sebagai salah satu tanaman dengan tingkat pertumbuhan tercepat dan produktivitas

tertinggi di dunia (Dransfield dan Widjaja, 1995; Quintans, 1998; Midmore, 2009). Bambu mampu mencapai pertumbuhan maksimal hanya dalam satu musim pertumbuhan (Brenner, 2008), di mana batangnya dapat mencapai tinggi penuh dalam waktu 2 hingga 3 bulan (Nats et al.). Sebagai organisme fotosintetik, bambu menempati posisi kedua sebagai tumbuhan dengan laju pertumbuhan tercepat setelah kelp raksasa (sejenis rumput laut), dan memiliki struktur morfologi yang khas berupa rimpang, batang, cabang, dan daun. Dari sisi produksi biomassa, bambu menduduki peringkat kelima dalam daftar tumbuhan penghasil biomassa tertinggi di dunia (El Bassam, 2001 dalam Hogarth, 2004).

Pertumbuhan batang bambu umumnya optimal pada awal musim hujan. Misalnya, bambu betung (*Dendrocalamus asper*) dapat mencapai tinggi maksimumnya dalam waktu kurang dari satu tahun apabila ditanam pada musim hujan. Di daerah subtropis, bambu menunjukkan siklus pertumbuhan yang berbeda; saat transisi dari musim panas ke musim gugur, sebagian besar energi hasil fotosintesis diubah menjadi gula dan disimpan dalam rimpang. Proses ini disertai pembentukan akar rimpang dan pertumbuhan batang ke atas serta pembentukan rimpang baru. Ketika memasuki musim semi, energi yang tersimpan tersebut digunakan untuk mendukung pertumbuhan tunas baru (rebung), yang dalam kondisi ideal dapat tumbuh hingga ukuran maksimal hanya dalam 30 hingga 60 hari.

Setelah mencapai tinggi maksimum, bambu akan berkembang secara horizontal melalui pembentukan rimpang yang menghasilkan batang-batang baru. Sebuah rumpun bambu dewasa dapat mencapai diameter sekitar 3 meter dan terdiri atas ± 60 batang. Pada fase awal pertumbuhan, perkembangan terjadi secara dominan di bawah permukaan tanah melalui sistem rimpang, sehingga tidak tampak pertumbuhan vertikal yang signifikan di atas permukaan tanah. Umumnya, pada tahun pertama hingga

kedua setelah penanaman, pertumbuhan bagian atas tampak lambat karena sebagian besar energi tanaman dialokasikan untuk pengembangan rimpang. Namun, setelah melewati fase tersebut, pertumbuhan bambu menjadi sangat pesat.

Setelah mencapai pertumbuhan maksimum, ukuran tinggi, diameter, dan volume batang akan stabil, dan tanaman memasuki fase pematangan (*maturity*). Pada tahap ini, dinding sel batang mengalami pemadatan, berat jenis meningkat, kadar air menurun, dan sifat fisik-mekanik batang mengalami peningkatan, menjadikan bambu lebih kuat dan tahan digunakan.

Keunggulan utama bambu terletak pada kecepatannya dalam tumbuh, yang tidak tertandingi oleh tanaman berkayu lainnya. Di wilayah tropis, bambu dapat tumbuh hingga 30 meter hanya dalam waktu enam bulan. Beberapa catatan menunjukkan kecepatan pertumbuhan ekstrem pada batang bambu, seperti pertumbuhan hingga 1,20 meter per hari (Martin, 1996 dalam Van der Lugt, 2008), dengan kisaran umum antara 30–100 cm per hari (Quintans, 1998). Ueda (1960 dalam Hogarth, 2004) melaporkan pertumbuhan hingga 121 cm dalam 24 jam, sementara *Amazing Bamboo Facts* mencatat hingga 4 kaki (± 122 cm) per hari. Tunas *Bambusa tulda* dilaporkan memiliki tingkat pertumbuhan rata-rata 70 cm per hari (Dransfield et al., 1995). Bahkan, beberapa jenis bambu tertentu mampu tumbuh secara vertikal hingga 5 cm per jam atau 120 cm per hari (Bachtiar, 2008).

Produktivitas dan perluasan rumpun bambu sangat dipengaruhi oleh kondisi fisiologis dan ekologis tanaman, terutama oleh cadangan sumber daya dalam rimpang. Rimpang berfungsi sebagai organ penyimpanan karbohidrat hasil fotosintesis yang penting dalam mendukung pertumbuhan tunas dan batang baru (Li et al., 1998; Oshima, 1961; Ueda, 1960 dalam Hogarth, 2006). Kemampuan suatu rumpun bambu dalam menghasilkan tunas-

tunas baru (ramets) sangat bergantung pada kapasitas fotosintetik daun tajuk dan kesehatan rimpang yang tersedia.

Namun, terdapat beberapa kendala yang dapat membatasi produktivitas tersebut. Salah satu faktor utama adalah kerapatan batang dalam satu rumpun. Menurut Isagi et al. (1997), kerapatan batang yang terlalu tinggi akan menghambat perkembangan cabang baru karena kompetisi sumber daya, cahaya, dan ruang tumbuh. Di sisi lain, tajuk yang kecil atau tidak berkembang optimal juga menyebabkan rendahnya produksi glukosa melalui fotosintesis. Hal ini berdampak pada rendahnya akumulasi energi dalam rimpang, sehingga cadangan energi untuk mendukung pertumbuhan rumpun selanjutnya menjadi terbatas (Hogarth, 2006). Dengan demikian, manajemen tegakan yang memperhatikan pengaturan kerapatan batang dan kesehatan tajuk menjadi kunci dalam meningkatkan produktivitas rumpun bambu secara berkelanjutan).

16.3 Silvikultur dan Perawatan Tegakan Bambu untuk Produksi Berkelanjutan

Produksi bambu merupakan respons positif terhadap penerapan praktik silvikultur yang tepat, baik dalam aspek produksi tunas maupun biomassa (Midmore, 2009). Sistem silvikultur pada tanaman bambu umumnya menerapkan metode tebang pilih yang dipadukan dengan kegiatan pembersihan dan perawatan secara rutin. Dalam konteks ini, rumpun bambu berfungsi sebagai unit pengelolaan dasar. Pemilihan batang yang masak tebang didasarkan pada jumlah batang yang telah mencapai usia optimal dan kapasitas produktif rumpun, dengan tujuan utama menjaga kelangsungan produktivitas dan pertumbuhan bambu secara berkelanjutan.

16.4. Praktek Perbaikan Tegakan Hutan Bambu di Sulawesi Selatan

Beberapa perlakuan silvikultur dan teknik perawatan yang direkomendasikan untuk optimalisasi pertumbuhan bambu adalah sebagai berikut:

1. Pemupukan

Pemupukan dilakukan saat tanam dan diulang setiap 3–4 bulan setelah tanam. Dosis pupuk lengkap yang disarankan adalah 200–300 gram per rumpun. Komposisi unsur hara (N, P, K) sebaiknya disesuaikan dengan karakteristik tanah di masing-masing wilayah. Pupuk organik seperti kotoran sapi dan ayam juga dianjurkan karena mendukung pertumbuhan sistem akar dan rimpang. Pemupukan paling efektif dilakukan pada musim hujan, dan pemberian pupuk dalam jumlah kecil namun lebih sering lebih dianjurkan dibandingkan aplikasi dalam jumlah besar dalam interval panjang.

2. Pengairan

Pada daerah dengan curah hujan tidak menentu, pengairan sangat penting terutama pada beberapa bulan pertama setelah penanaman, khususnya jika tanaman menunjukkan gejala layu.

3. Mulsa

Penutupan lahan dengan bahan organik seperti rumput atau dedaunan kering pada lereng atau bukit bertujuan untuk mengurangi evaporasi dan menjaga kelembaban tanah.

4. Penyulaman

Tanaman yang mati harus segera diganti. Keterlambatan dalam penyulaman dapat menyebabkan tanaman muda tertindas oleh tanaman lebih tua, sehingga pertumbuhannya akan terganggu dalam jangka panjang.

5. Penyiangan dan Pembersihan

Dilakukan secara berkala selama dua tahun pertama setelah tanam untuk mengurangi kompetisi dari gulma, terutama

Imperata cylindrica (alang-alang), yang bersaing dalam hal cahaya, air, dan nutrisi.

6. **Penjarangan**

Sekitar tiga tahun setelah tanam, perlu dilakukan penjarangan terhadap batang tua, rusak, atau mati untuk merangsang pertumbuhan tunas baru dan mempermudah pengelolaan rumpun secara keseluruhan.

7. **Pemangkasan**

Pemangkasan cabang bagian bawah batang, terutama pada jenis bambu bercabang, bertujuan untuk mempermudah akses selama pemupukan dan panen, serta meningkatkan sirkulasi udara di dalam rumpun.

8. **Perlindungan Tegakan**

Perlindungan bambu sangat penting, terutama dari hama, penyakit, hewan pemakan rumput, dan kebakaran.

- a. **Kebakaran:** Pencegahan dilakukan dengan membuat jalur sekat bakar selebar 10–20 meter dan membersihkan bahan mudah terbakar. Penanaman jenis tanaman tahan api yang cepat tumbuh juga direkomendasikan.
- b. **Hewan Penggembala:** Pagar pelindung diperlukan untuk mencegah kerusakan dari sapi, kerbau, dan kambing.
- c. **Hama dan Penyakit:** Tikus sering merusak tunas dan batang muda, sementara rayap menyerang akar dan pangkal batang. Pengendalian dilakukan dengan aplikasi rodentisida, insektisida, dan fungisida komersial sesuai dosis yang direkomendasikan.

16.5. Pengelolaan Rumpun Bambu secara Berkelanjutan

Pengelolaan rumpun bambu yang tepat sangat penting untuk menjamin kualitas batang, efisiensi pemanenan, dan kesinambungan produktivitas jangka panjang. Rumpun

merupakan unit dasar dalam manajemen tegakan bambu. Pengelolaan yang baik akan menghasilkan batang yang sehat, berumur beragam, dan memudahkan kegiatan pemanenan selektif.

1. Pengelolaan Struktur Rumpun

Rumpun yang ideal terdiri atas batang bambu dengan umur bervariasi, yakni tunas baru, batang berumur 1 tahun, 2 tahun, dan 3 tahun. Komposisi optimal adalah 6–8 batang untuk setiap kelompok umur, sehingga total terdapat sekitar 24–32 batang per rumpun. Kepadatan yang seimbang memberikan cukup ruang untuk pertumbuhan optimal dan memfasilitasi pemanenan selektif.

2. Membuka dan Membersihkan Rumpun

Rumpun yang dikelola secara baik memiliki struktur terbuka dan teratur, memudahkan identifikasi batang yang siap dipanen maupun yang harus dipelihara. Rumpun yang tidak dikelola cenderung padat, semrawut, dan menyulitkan proses panen serta pemeliharaan. Langkah awal pembukaan rumpun adalah dengan menebang seluruh batang yang telah tua, rusak, atau mati, khususnya yang berada di bagian tengah rumpun. Metode yang dianjurkan adalah membuka satu sisi rumpun untuk menjangkau bagian dalam, lalu menebang batang tua sedekat mungkin dengan permukaan tanah. Hal ini menghindari kerusakan pada tunas baru yang biasanya tumbuh di tepi rumpun.

3. Penjarangan

Penjarangan dilakukan dengan cara membuang batang yang tidak produktif, seperti yang bengkok, terlalu rapat, atau cacat. Rumpun yang pernah dipanen sebelumnya biasanya meninggalkan pangkal batang atau sisa tebang. Sisa ini sebaiknya dibersihkan hingga permukaan tanah guna memberikan ruang dan kemudahan akses ke dalam rumpun serta mencegah akumulasi bahan organik mati yang bisa mengganggu pertumbuhan.

4. Pemangkasan Cabang

Cabang-cabang rendah pada batang sebaiknya dipangkas untuk memudahkan akses ke dalam rumpun, terutama pada saat pemeliharaan dan panen. Pemangkasan sebaiknya dilakukan pada buku cabang kedua atau ketiga untuk mencegah penyebaran jamur ke batang utama. Praktik ini juga meningkatkan sirkulasi udara dan pencahayaan di dalam rumpun.

5. Pemilihan dan Penandaan Tunas

Pada musim tumbuh, dipilih 6–8 tunas terbaik berdasarkan posisi dan kesehatannya. Tunas yang tidak diperlukan sebaiknya dihilangkan agar sumber daya rumpun difokuskan pada pertumbuhan tunas utama. Tunas yang dipangkas dapat dimanfaatkan sebagai rebung untuk konsumsi atau pakan ternak. Setiap tunas baru perlu diberi tanda sebagai penunjuk umur, yang penting dalam sistem panen berkelanjutan. Penandaan dilakukan dengan menggores bagian batang sekitar 1 meter di atas permukaan tanah saat tunas belum berdaun. Goresan akan meninggalkan bekas permanen. Misalnya, tunas yang muncul pada tahun 2004 diberi tanda "4", dan akan dipanen saat mencapai umur 3 tahun pada tahun 2007. Dengan sistem ini, identifikasi batang berdasarkan umur menjadi efisien dan akurat.



BAB 17

PENGOLAHAN DAN PEMANFAATAN BAMBU DI SULAWESI SELATAN

SULAWESI Selatan merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki keragaman hayati dan budaya tinggi, termasuk dalam pemanfaatan bambu. Dengan kondisi geografis yang terdiri atas dataran tinggi dan rendah, bambu tumbuh subur di banyak daerah seperti Enrekang, Toraja, Gowa, dan Sinjai. Bambu bukan hanya sekadar tanaman liar, melainkan bagian dari kehidupan sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat.

17.1. Pengolahan Bambu

1. Teknik Tradisional dan Modern

Di berbagai daerah di Sulawesi Selatan, pengolahan bambu dilakukan dengan dua pendekatan utama:

- a. Metode Tradisional: Pengeringan secara alami di bawah sinar matahari, pembelahan manual dengan parang, dan penghalusan menggunakan alat sederhana. Teknik ini masih lazim digunakan di Toraja dan Enrekang untuk keperluan anyaman, kerajinan tangan, dan bahan bangunan tradisional.
- b. Metode Modern: Beberapa sentra telah mulai menggunakan alat potong listrik, mesin pembelah, dan oven pengering bambu. Teknik ini berkembang di kawasan yang terhubung dengan pasar furnitur bambu dan ekspor kecil, seperti di Makassar dan Maros.

2. Perlakuan Pengawetan

Pengolahan bambu juga mencakup pengawetan untuk meningkatkan ketahanan terhadap hama dan jamur. Metode yang diterapkan antara lain:

- a. Perendaman dalam air garam atau lumpur selama beberapa minggu (dikenal di Enrekang dan Gowa),
- b. Pengasapan dalam rumah bambu tertutup,
- c. Penyuntikan boraks-borax acid untuk bambu yang digunakan dalam konstruksi semi permanen dan furnitur.

Langkah-langkah ini meningkatkan usia pakai bambu dari yang biasanya 2–3 tahun menjadi 5–10 tahun, tergantung pada penggunaannya (Rahman et al., 2021).

17.2. Pemanfaatan Bambu

Bambu memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat Sulawesi Selatan, bukan hanya bagi petani atau pengrajin, tetapi juga hampir semua lapisan masyarakat dari berbagai sektor pekerjaan. Pemanfaatannya meliputi:

1. **Bahan Bangunan dan Arsitektur Tradisional**

Di Tana Toraja, bambu digunakan dalam pembangunan tongkonan (rumah adat), terutama untuk struktur atap, dinding, dan rangka rumah. Bambu jenis petung dan tali dipilih karena kekuatan dan kelenturannya. Bambu juga digunakan sebagai material dalam lumbung padi (alang), pagar rumah, jembatan sederhana, serta penyangga dalam konstruksi rumah panggung khas Bugis dan Makassar.

2. **Alat Rumah Tangga dan Kerajinan**

Bambu diolah menjadi berbagai alat rumah tangga seperti:

- a. Tudung saji (sappu),
 - b. Keranjang nasi (bating),
 - c. Tikar bambu (ate),
 - d. Kipas tangan, tempat beras, dan alat penampi padi (nampi).
- Di Sinjai dan Bulukumba, kegiatan menganyam bambu menjadi kerajinan telah menjadi tradisi turun-temurun yang juga menjadi sumber ekonomi keluarga, terutama perempuan rumah tangga.

3. **Peralatan Pertanian dan Perikanan**

Petani dan nelayan Sulawesi Selatan menggunakan bambu sebagai:

- a. Tongkat penyangga tanaman,
- b. Rangka rumah jaring apung,
- c. Serok dan jebakan ikan (bubu bambu),
- d. Alat pengukur air irigasi tradisional.

4. **Bahan Makanan dan Tradisi Kuliner**

Jenis bambu muda (rebung) dikonsumsi sebagai sayuran. Selain itu, bambu juga digunakan sebagai media masak, seperti dalam:

- a. Barobbo bambu (sejenis bubur khas Bugis yang dimasak dalam bambu),
- b. Nasi bambu (dalam upacara adat dan pesta rakyat di daerah pesisir dan pegunungan).

Bambu bahkan digunakan dalam ritual adat seperti *Ma'nene* (Toraja), di mana anyaman bambu digunakan dalam prosesi simbolik dan wadah sesaji. Pemanfaatan bambu di Sulawesi Selatan menunjukkan kekayaan lokal yang menyatu dalam kehidupan masyarakat sehari-hari. Dengan pengolahan yang tepat dan pelestarian sumber daya bambu, potensi ini tidak hanya menjadi warisan budaya, tetapi juga jalan menuju ekonomi lokal yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan iklim.

Bambu memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat Sulawesi Selatan. Pemanfaatan bambu tidak terbatas hanya pada kalangan petani, melainkan hampir seluruh masyarakat dari berbagai bidang pekerjaan turut memanfaatkannya. Bambu digunakan secara luas dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari, khususnya sebagai bahan bangunan, alat rumah tangga, bahan kerajinan anyaman, hingga sebagai bahan pangan. Dalam konteks bangunan, bambu dimanfaatkan untuk membuat dinding, pintu, tiang rumah, jendela, rangka atap, pagar, serta kandang ternak.

Jenis bambu yang digunakan untuk keperluan tersebut sangat beragam dan disesuaikan dengan sifat fisik serta ketahanan masing-masing jenis. Bambu betung (*Dendrocalamus asper*) merupakan jenis yang cocok digunakan sebagai tiang rumah karena memiliki diameter buluh yang besar, berdinding tebal, kuat, dan panjangnya dapat mencapai lebih dari 20 meter. Namun demikian, bambu ini memiliki kekurangan karena buluhnya yang berat serta lebih mudah diserang hama perusak dibandingkan jenis lain. Sementara itu, bambu parring (*Gigantochloa ater*) dan bambu awo (*Bambusa vulgaris*) banyak digunakan untuk membuat pintu, dinding, rangka atap, dan kandang ternak. Kedua jenis ini memiliki keunggulan berupa batang yang kuat namun ringan, berdiameter kecil, serta relatif tahan terhadap serangan hama.

Jenis bambu lainnya yang juga memiliki nilai budaya dan estetika tinggi adalah bambu tallang (*Schizostachyum brachyladum*). Bambu ini memiliki dinding batang yang tipis dan fleksibel, sehingga sangat sesuai untuk dijadikan bahan anyaman. Produk yang dihasilkan antara lain adalah dinding bermotif seperti gamacca, yang memiliki nilai seni dan estetika. Selain itu, bambu tallang juga digunakan dalam keperluan adat, misalnya sebagai bahan pembungkus makanan khas nasi bambu atau pa'piong.

Namun, perlu diperhatikan bahwa tidak semua bambu dapat langsung digunakan sebagai bahan bangunan. Bambu yang ideal untuk konstruksi adalah yang telah cukup tua, minimal berumur tiga tahun, karena pada usia tersebut kekuatan fisik dan ketahanan terhadap hama lebih optimal. Selain umur, kondisi bambu juga harus dalam keadaan kering. Bambu yang masih basah atau memiliki kadar air tinggi cenderung lebih mudah diserang hama perusak, seperti kumbang bubuk atau jamur. Oleh karena itu, proses pengeringan dan perlakuan awal terhadap bambu sangat penting dilakukan untuk memastikan daya tahan dan kualitas material yang digunakan dalam pembangunan.

Menurut Sutarno (1996), bambu yang akan digunakan sebagai bahan bangunan sebaiknya diawetkan terlebih dahulu agar lebih tahan lama. Pengawetan ini penting dilakukan karena bambu yang tidak diawetkan cenderung lebih mudah diserang hama dan mengalami kerusakan. Salah satu cara pengawetan yang paling mudah dilakukan adalah dengan merendam bambu ke dalam air selama beberapa minggu, kemudian dikeringkan. Metode lain yang dapat diterapkan adalah pengasapan menggunakan belerang, yang berfungsi untuk membunuh hama yang ada di dalam bambu sekaligus mencegah serangan hama saat bambu digunakan sebagai bahan bangunan. Dalam pemanfaatannya, bambu biasanya dipotong sesuai ukuran yang dibutuhkan, misalnya untuk membuat tiang rumah, tiang layar kapal, atau sebagai pengganti

rangka besi dan batu bata pada bangunan tembok. Selain itu, bambu juga sering digunakan dalam bentuk anyaman, seperti untuk membuat dinding, rangka atap, jendela, dan pintu.

Di Sulawesi Selatan, sebagian besar masyarakat memanfaatkan bambu tidak hanya untuk bangunan, tetapi juga untuk membuat berbagai perkakas rumah tangga. Beragam jenis bambu digunakan untuk membuat keranjang, kursi, tampah, penutup makanan, rak, meja, dan perabotan lainnya. Anyaman bambu yang umum dibuat oleh masyarakat antara lain bilik, pengki, kipas, topi, tudung saji, keranjang, dan tampah. Bahan baku utama untuk membuat anyaman ini adalah bambu muda karena sifatnya yang lebih lentur dibanding bambu tua, sehingga lebih mudah dianyam. Jenis bambu yang sering digunakan untuk membuat bilik adalah bambu tallang (*Schizostachyum brachyladum*), sementara bambu hitam sering dimanfaatkan untuk menambah nilai estetika agar hasil anyaman terlihat lebih eksotik.

Selain sebagai bahan bangunan dan kerajinan, bambu juga dimanfaatkan sebagai bahan pangan dalam bentuk rebung. Meskipun semua jenis bambu menghasilkan rebung, tidak semuanya memiliki rasa yang enak untuk dikonsumsi. Rebung dari bambu betung dan bambu parring adalah dua jenis yang paling disukai masyarakat karena rasanya yang lezat. Rebung ini biasanya diolah menjadi sayur atau digunakan sebagai campuran dalam berbagai masakan. Namun, pemanfaatan rebung oleh petani bambu di Sulawesi Selatan pada umumnya masih bersifat konsumsi pribadi dan sebagian dijual sebagai tambahan pendapatan. Dengan demikian, bambu menjadi sumber daya alam yang sangat penting dan multifungsi dalam mendukung kehidupan sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat setempat.

Hasil wawancara dengan masyarakat petani hutan bambu rakyat menunjukkan bahwa tujuan utama mereka dalam

membudidayakan bambu adalah untuk memproduksi bambu bulat dan bambu olahan, seperti untuk keperluan meubel, tusuk sate, serta pemanfaatan rebung sebagai bahan pangan. Seluruh petani hutan bambu rakyat membudidayakan dan memanen bambu bulat setiap tahun dengan usia panen yang umum adalah 2 hingga 3 tahun, dan frekuensi panennya sekitar satu kali dalam setahun. Rata-rata produksi bambu bulat mencapai sekitar 764 batang per kepala keluarga per tahun. Sebagian besar dari hasil panen tersebut dijual, sementara sisanya digunakan untuk kebutuhan rumah tangga seperti pembuatan meubel, pagar, kandang ayam, talangan air, dan balai-balai.

Dalam pemanfaatan untuk bahan bangunan, bambu digunakan dalam bentuk bulat, belah, atau gabungan dari keduanya, tergantung pada jenis bangunan dan kebutuhan. Intensitas penggunaan bambu pun bervariasi. Untuk dinding rumah, terutama bagian dapur, petani menggunakan sekitar 10 hingga 50 batang bambu dengan panjang maksimal 3 meter, tergantung tingkat kerusakan yang harus diperbaiki. Sedangkan untuk kandang ayam, dibutuhkan sekitar 100 hingga 150 batang bambu, dan tambahan sekitar 50 batang untuk tiang penyangga, karena kapasitas kandang dapat mencapai 500 hingga 1000 ekor ayam. Pembuatan balai-balai memerlukan jumlah bambu yang lebih sedikit karena ukuran konstruksinya relatif kecil.

Selain digunakan untuk keperluan konstruksi, sebagian petani juga memanfaatkan bambu sebagai bahan baku industri rumah tangga seperti produksi tusuk sate dan kerajinan tangan, termasuk pembuatan kurungan ayam dan walasuji, yang biasa digunakan dalam acara adat seperti pernikahan. Bambu untuk kebutuhan ini diperoleh dari lahan milik sendiri dan penggunaannya pun tidak terlalu besar, rata-rata hanya 5 hingga 10 batang per kali pembuatan karena kapasitas produksi yang kecil.

Pekerjaan ini juga tidak memerlukan keahlian khusus dan umumnya ditujukan untuk konsumsi atau kebutuhan pribadi.

Pemanfaatan lain dari bambu adalah sebagai bahan pembuatan pagar. Pagar dari bambu memiliki fungsi estetika, keamanan, dan ketertiban untuk pekarangan rumah maupun lahan pertanian seperti sawah dan kebun. Hampir setiap petani menggunakan bambu untuk pagar, meskipun ada pula yang menggunakan kayu. Pagar bambu dibuat dalam dua bentuk, yaitu dari bambu belah dan bambu bulat. Bambu belah biasanya digunakan untuk rumah-rumah yang terletak di pusat desa karena tampilannya yang lebih rapi, sedangkan bambu bulat lebih sering digunakan di wilayah pedalaman atau untuk pagar lahan pertanian. Pemilihan bentuk pagar ini disesuaikan dengan letak geografis, kebutuhan, serta ketersediaan bahan di sekitar petani.

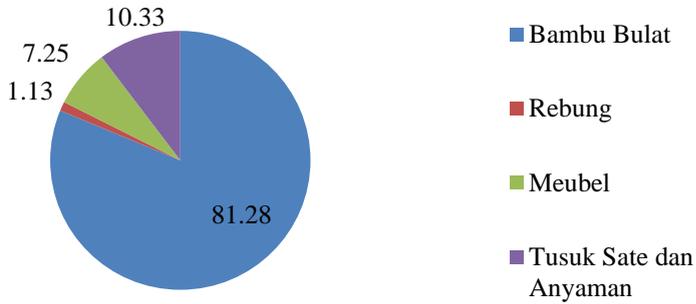
Rata-rata pemakaian bambu untuk keperluan pagar oleh petani mencapai 10 hingga 50 batang per tahun, dengan frekuensi pergantian sekitar satu kali dalam lima tahun. Bambu bulat biasanya digunakan sebagai bahan baku pagar pada lahan sawah atau kebun bambu, dan sebagian juga dimanfaatkan untuk pagar rumah-rumah yang berada di sekitar area tersebut. Tidak terdapat kriteria khusus terkait umur bambu yang digunakan untuk pagar; sebagian besar petani bahkan menggunakan bambu yang berumur di bawah dua tahun. Tujuan utama dari penggunaan bambu sebagai bahan pagar adalah untuk mencegah masuknya hewan ternak seperti sapi ke lahan pertanian atau kebun bambu.

Dalam sektor industri rumah tangga, pemanfaatan bambu juga terlihat pada industri pembuatan tusuk sate. Setiap unit usaha tusuk sate umumnya mempekerjakan dua orang pekerja dan membutuhkan sekitar 20 batang bambu per bulan, yang diperoleh langsung dari petani. Jenis bambu yang digunakan mayoritas adalah bambu paring karena mudah didapatkan dan harganya

relatif murah. Bambu yang telah dibelah menjadi potongan kecil dikeringkan selama tiga hari atau lebih, tergantung pada kondisi cuaca. Dari satu batang bambu, dapat dihasilkan sekitar tujuh ikat tusuk sate, dengan isi antara 100 hingga 200 batang per ikat dan panjang sekitar 20 cm.

Selain itu, bambu juga dimanfaatkan dalam industri meubel. Setiap unit usaha meubel rata-rata mempekerjakan enam orang pekerja dan menggunakan sekitar 12 batang bambu per bulan, umumnya jenis bambu tutul. Bambu tutul dipilih karena memiliki motif atau corak yang menarik, sehingga cocok untuk pembuatan kursi dan meja. Dari 12 batang bambu, industri meubel dapat memproduksi satu set perabotan yang terdiri dari empat kursi dan satu meja. Dalam proses produksinya, industri ini memerlukan berbagai perlengkapan pendukung seperti rotan, cat, paku, lem, bor tangan, parang, dan gergaji.

Berdasarkan data pada Gambar 15, produk bambu dari hutan bambu yang paling banyak dimanfaatkan adalah bambu bulat, yakni sebesar 81,28%. Selanjutnya, pemanfaatan untuk produk tusuk sate dan anyaman mencapai sekitar 10,33%, diikuti oleh meubel sebesar 7,25%, dan pemanfaatan untuk rebung hanya sekitar 1,13%. Data ini menunjukkan bahwa bambu bulat masih menjadi komoditas utama dalam usaha hutan bambu rakyat, sementara pemanfaatan bambu untuk kebutuhan lain seperti makanan dan kerajinan berada pada porsi yang lebih kecil.



Gambar 15 Persentase Pendapatan dari Produk Bambu Hutan Bambu

Bambu bulat merupakan bahan utama yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, khususnya petani, sebagai bahan bangunan untuk berbagai keperluan seperti dinding rumah, kandang ayam, dan balai-balai. Dalam penggunaannya, bambu dapat dipakai dalam bentuk belah, bulat, atau kombinasi keduanya, tergantung pada jenis konstruksi dan kebutuhan. Intensitas penggunaan bambu sebagai bahan bangunan bervariasi. Untuk keperluan dinding rumah, jumlah bambu yang digunakan tergantung pada seberapa besar kerusakan yang perlu diperbaiki. Umumnya, petani menggunakan sekitar 10 hingga 50 batang bambu dengan panjang maksimal 3 meter, yang sebagian besar digunakan untuk bagian dapur. Sementara itu, untuk membangun kandang ayam dengan kapasitas 500 hingga 1000 ekor, petani memerlukan sekitar 100 hingga 150 batang bambu, serta sekitar 50 batang tambahan sebagai tiang penyangga. Berbeda dengan itu, pembuatan balai-balai hanya memerlukan sedikit bambu karena ukurannya yang relatif kecil.

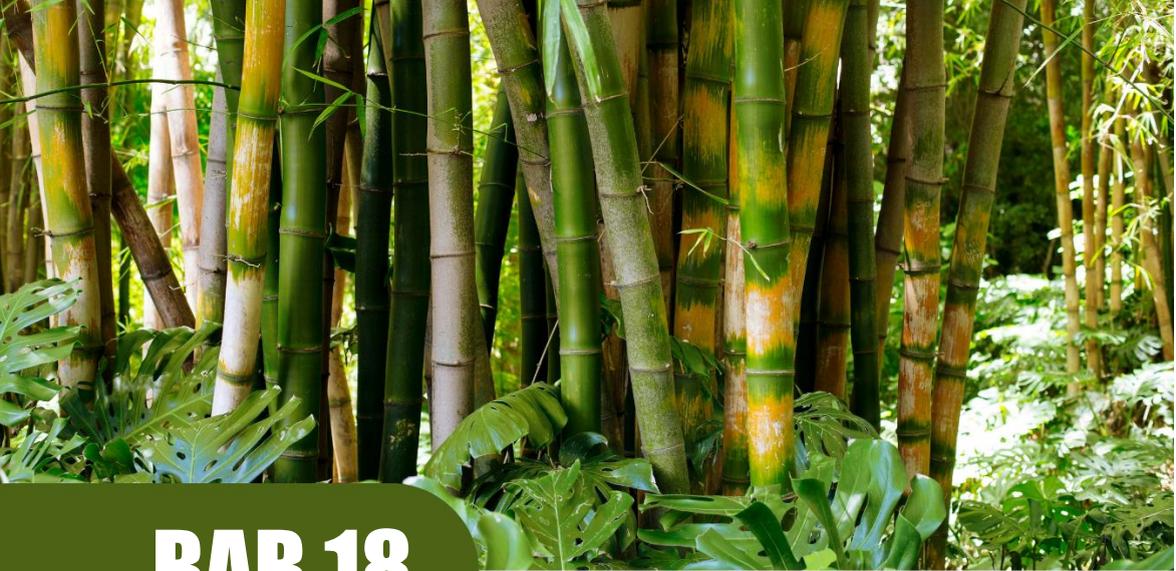
Selain sebagai bahan bangunan, bambu juga dimanfaatkan oleh petani untuk industri rumah tangga dan kerajinan tangan. Misalnya, dalam pembuatan tusuk sate, kurungan ayam, dan walasuji yang biasa digunakan pada acara pernikahan. Semua bambu yang digunakan berasal dari lahan milik petani sendiri. Untuk kerajinan tangan seperti kurungan ayam dan walasuji, rata-rata hanya dibutuhkan 5 hingga 10 batang bambu dalam sekali

produksi, karena skala produksinya kecil dan ditujukan untuk kebutuhan pribadi. Pembuatan kerajinan ini pun tidak memerlukan keahlian khusus.

Pemanfaatan bambu juga terlihat dalam pembuatan pagar, yang berfungsi tidak hanya sebagai pembatas tetapi juga memberikan nilai estetika, keamanan, dan keteraturan pada pekarangan rumah maupun lahan pertanian. Hampir semua petani di Kecamatan Tanralili, Kabupaten Maros, menggunakan bambu sebagai bahan pagar, meskipun ada pula yang menggunakan kayu. Pagar dari bambu dibuat dalam dua bentuk, yaitu dari bambu belah yang umumnya digunakan oleh rumah-rumah di pusat desa, dan dari bambu bulat yang banyak digunakan oleh rumah-rumah di daerah pedalaman atau sebagai pagar lahan sawah dan kebun. Rata-rata penggunaan bambu untuk keperluan pagar berkisar antara 10 hingga 50 batang per tahun, dengan pergantian dilakukan sekitar sekali dalam lima tahun. Pagar dari bambu bulat biasanya tidak memiliki standar umur tertentu; banyak petani menggunakan bambu yang masih berumur di bawah dua tahun. Tujuan utamanya adalah untuk mencegah masuknya hewan ternak seperti sapi ke area pertanian atau kebun milik petani.



Gambar 16 Beberapa Produk Pemanfaatan Bambu di Sulawesi Selatan



BAB 18

DAMPAK LINGKUNGAN PENGOLAHAN BAMBU DI SULAWESI SELATAN

18.1. Dampak Positif Pengolahan Bambu terhadap Lingkungan

1. Restorasi Lahan Kritis

BAMBU memiliki akar serabut dan pertumbuhan cepat, sehingga berfungsi baik dalam menahan erosi, meningkatkan infiltrasi air, dan merehabilitasi lahan bekas pertanian atau hutan gundul. Di beberapa daerah seperti Enrekang dan Gowa, kegiatan budidaya bambu sebagai bagian dari sistem agroforestri menunjukkan peningkatan kualitas tanah dan keseimbangan air tanah (Rahman et al., 2021).

2. Reduksi Tekanan terhadap Hutan Alam

Dengan meningkatnya penggunaan bambu sebagai alternatif bahan bangunan dan perabot, tekanan terhadap kayu dari hutan alam dapat dikurangi. Hal ini mendukung strategi mitigasi deforestasi, terutama di wilayah pegunungan Sulawesi Selatan.

3. Penyimpanan Karbon dan Regulasi Iklim Mikro

Bambu termasuk tanaman yang efisien dalam menyerap karbon. Menurut penelitian INBAR (2020), hutan bambu dapat menyimpan karbon hingga 250 ton/ha, tergantung jenis dan umur tanaman. Kawasan bambu juga menciptakan iklim mikro yang lebih sejuk dan lembap, berperan dalam adaptasi terhadap perubahan iklim.

18.2. Dampak Negatif yang Perlu Dikelola

1. Penebangan Tidak Teratur dan Degradasi Ekosistem

Eksploitasi bambu yang tidak terkendali tanpa menerapkan sistem rotasi tanam atau panen berkelanjutan telah menimbulkan dampak serius terhadap ekosistem lokal di beberapa wilayah Sulawesi Selatan, khususnya di Kabupaten Sinjai dan Toraja Utara. Di daerah-daerah ini, peningkatan permintaan bambu sebagai bahan bangunan—terutama saat musim pembangunan rumah adat, acara adat, atau musim panen raya—mendorong masyarakat untuk melakukan penebangan secara masif tanpa memperhatikan prinsip keberlanjutan.

Dampak pertama yang muncul adalah penurunan kepadatan rumpun bambu. Ketika penebangan dilakukan tanpa menyisakan batang induk atau tanpa rotasi waktu panen, maka pertumbuhan tunas baru terhambat. Rumpun menjadi jarang dan lambat laun bisa mati total karena tidak ada regenerasi alami.

Penurunan kepadatan ini menyebabkan menurunnya produktivitas jangka panjang dari lahan bambu.

Kondisi ini juga memicu erosi tanah lokal, terutama di wilayah perbukitan seperti Toraja Utara, di mana bambu seharusnya berfungsi sebagai penahan tanah dengan akar serabutnya yang kuat. Ketika vegetasi bambu berkurang drastis, tanah menjadi lebih rentan terhadap aliran air hujan, menyebabkan pengikisan lapisan atas tanah, dan dalam jangka panjang dapat memicu longsor kecil yang merusak lahan pertanian di sekitarnya.

Dampak selanjutnya adalah hilangnya fungsi tutupan lahan. Tutupan bambu yang semula berfungsi menjaga kelembapan tanah, mendinginkan area bawah tegakan, dan mengurangi limpasan air permukaan menjadi hilang. Hal ini membuat kawasan tersebut lebih mudah mengalami kekeringan, dan pada musim hujan, banjir kecil lebih mungkin terjadi karena tidak ada vegetasi yang menyerap dan memperlambat aliran air.

Selain itu, eksploitasi tanpa kendali juga menyebabkan berkurangnya keanekaragaman hayati bawah tegakan bambu. Banyak jenis tanaman understory, jamur, dan fauna kecil yang hidup di antara rumpun bambu bergantung pada kestabilan iklim mikro dan kelembapan lingkungan. Saat rumpun bambu menjadi jarang atau rusak, mikrohabitat ini hilang, mengganggu rantai ekologi lokal dan menurunkan kualitas biodiversitas hutan bambu.

Kondisi ini telah diamati di sejumlah desa di Kabupaten Sinjai dan Toraja Utara. Masyarakat di sana, yang sebelumnya menggantungkan hidup pada kelestarian hutan bambu, kini mulai merasakan penurunan hasil panen dan kesulitan memperoleh bahan baku berkualitas. Situasi ini menjadi pengingat akan pentingnya regulasi lokal, edukasi masyarakat, dan penguatan

kelembagaan desa untuk mendorong praktik panen bambu yang lebih bijak dan berkelanjutan

2. Limbah Padat dan Cair dari Pengolahan

Pengolahan bambu pada skala industri kecil dan menengah, yang banyak tersebar di wilayah Sulawesi Selatan seperti Gowa, Sinjai, dan Enrekang, menghasilkan berbagai jenis limbah padat dan cair. Limbah-limbah ini muncul sebagai sisa dari proses pemotongan, pengupasan, penghalusan, hingga tahap pengawetan bambu yang menggunakan zat kimia tertentu. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah-limbah ini berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan masyarakat sekitar.

Salah satu jenis limbah utama yang dihasilkan adalah potongan sisa batang bambu. Limbah ini berasal dari bagian pangkal atau ujung batang yang dianggap tidak memenuhi standar panjang atau kualitas untuk dijadikan bahan bangunan atau kerajinan. Dalam banyak kasus, potongan ini hanya ditumpuk di sekitar tempat produksi, dibakar terbuka, atau dibiarkan membusuk tanpa pemanfaatan lanjutan. Padahal, limbah ini sebenarnya masih bisa diolah menjadi briket biomassa, kompos, atau bahan dasar kerajinan sederhana seperti miniatur, bingkai foto, dan hiasan rumah.

Selain potongan besar, terdapat pula ampas serutan bambu, yang dihasilkan dari proses penghalusan dan penyerutan saat bambu diproses menjadi anyaman, tikar, atau produk furnitur. Ampas ini berbentuk serat-serat halus yang mudah terbawa angin, dan jika menumpuk dalam jumlah besar dapat menyebabkan gangguan pernapasan bagi pekerja serta menciptakan lingkungan kerja yang tidak higienis. Dalam kondisi lembap, tumpukan serutan ini juga dapat menjadi tempat berkembangnya mikroorganisme, termasuk jamur dan bakteri.

Jenis limbah yang paling berisiko adalah air rendaman bambu, terutama ketika dalam proses pengawetan digunakan zat kimia seperti boraks (sodium tetraborat) dan asam borat. Zat ini lazim digunakan untuk mencegah serangan hama dan memperpanjang usia simpan produk bambu. Air yang telah digunakan dalam proses perendaman mengandung residu bahan kimia tersebut, dan jika langsung dibuang ke tanah atau saluran air tanpa perlakuan terlebih dahulu, dapat mencemari air tanah dan sumber air permukaan. Paparan jangka panjang terhadap air yang tercemar boraks bisa mengganggu kesehatan manusia, termasuk menyebabkan iritasi kulit, gangguan sistem reproduksi, dan efek toksik terhadap organisme perairan.

Pengelolaan limbah padat dan cair ini sering kali belum menjadi prioritas dalam praktik industri bambu skala kecil. Kurangnya pemahaman tentang dampak lingkungan serta keterbatasan teknologi sederhana menjadi hambatan utama. Padahal, dengan pendekatan yang tepat, limbah bambu justru dapat diolah kembali menjadi produk bernilai ekonomis atau setidaknya diminimalkan dampaknya. Oleh karena itu, dibutuhkan intervensi dari pemerintah daerah, lembaga pendamping, dan lembaga penelitian untuk memperkenalkan sistem pengelolaan limbah yang sesuai dengan kapasitas lokal, seperti pembuatan kolam penampung air limbah, penggunaan filter alami berbahan arang atau zeolit, serta pelatihan pemanfaatan limbah padat untuk produk kreatif berbasis ekonomi sirkular.

3. Polusi Udara dari Pengasapan dan Pembakaran Limbah

Dalam proses pengolahan bambu, salah satu tahapan penting adalah pengasapan atau pengeringan, yang sering dilakukan secara tradisional menggunakan pembakaran langsung. Selain itu, pembakaran limbah bambu seperti potongan batang, serutan, dan ampas sering dilakukan secara terbuka untuk

mengurangi tumpukan limbah. Namun praktik ini umumnya dilakukan tanpa penggunaan teknologi penyaring (filter) atau sistem pembakaran tertutup, sehingga menimbulkan berbagai masalah lingkungan, khususnya polusi udara lokal.

Salah satu dampak utama adalah meningkatnya konsentrasi partikulat halus (PM_{2.5}) di udara. PM_{2.5} adalah partikel kecil berukuran kurang dari 2,5 mikrometer yang sangat mudah terhirup dan dapat menembus jauh ke dalam paru-paru. Partikel ini berasal dari proses pembakaran bahan organik, seperti limbah bambu kering dan kayu bakar, terutama jika dibakar pada suhu rendah atau tidak sempurna. Kadar PM_{2.5} yang tinggi di udara dapat memperburuk kualitas lingkungan di sekitar lokasi produksi, terutama di desa-desa padat penduduk yang tidak memiliki sirkulasi udara baik.

Akibatnya, gangguan pernapasan menjadi salah satu keluhan yang sering dialami masyarakat yang tinggal di sekitar industri bambu skala rumah tangga. Anak-anak, lansia, dan penderita asma atau penyakit paru kronis menjadi kelompok paling rentan. Gejala yang biasa muncul antara lain batuk kronis, iritasi tenggorokan, sesak napas, dan dalam jangka panjang berpotensi meningkatkan risiko penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) atau infeksi saluran pernapasan bawah.

Selain dampak kesehatan, pembakaran terbuka juga meningkatkan risiko kebakaran, terutama pada musim kemarau. Limbah bambu yang mudah terbakar, jika dibakar di dekat permukiman atau area perkebunan kering, dapat memicu kebakaran hebat yang sulit dikendalikan. Beberapa kasus kebakaran lahan kecil di Kabupaten Sinjai dan Enrekang, menurut laporan masyarakat setempat, berawal dari pembakaran limbah bambu yang merambat akibat angin kencang dan kondisi rumput kering.

Sayangnya, kesadaran akan bahaya ini masih terbatas. Banyak pelaku usaha kecil belum memiliki akses ke teknologi pembakaran bersih atau tempat khusus pengolahan limbah. Padahal, solusi seperti tungku pengasapan tertutup berbahan biomassa, penggunaan cerobong dengan filter sederhana, atau pengolahan limbah menjadi briket dan kompos dapat mengurangi emisi secara signifikan. Oleh karena itu, edukasi, pelatihan, dan dukungan teknologi ramah lingkungan sangat penting untuk mengatasi masalah polusi udara dari pengolahan bambu secara tradisional, sekaligus melindungi kesehatan masyarakat dan mencegah bencana ekologis yang lebih luas.

18.3. Strategi Mitigasi Dampak Lingkungan

1. Pengelolaan Panen Berkelanjutan

Pengelolaan panen bambu secara berkelanjutan merupakan kunci utama dalam menjaga kelestarian hutan bambu dan manfaat ekologis yang menyertainya. Di banyak wilayah seperti di Sulawesi Selatan, praktik panen yang tidak terkendali telah menyebabkan kerusakan rumpun bambu, erosi, dan hilangnya fungsi tutupan lahan. Oleh karena itu, pendekatan berbasis keberlanjutan sangat diperlukan untuk memastikan bahwa pemanfaatan bambu tidak merusak ekosistem jangka panjang dan tetap dapat memberikan nilai ekonomi kepada masyarakat.

Langkah pertama dalam pengelolaan panen berkelanjutan adalah menerapkan sistem rotasi panen dan pemangkasan rumpun yang benar. Dalam konteks ini, penting untuk tidak menebang bambu muda, karena batang muda masih dibutuhkan untuk regenerasi rumpun. Idealnya, hanya bambu yang telah berumur 3–5 tahun yang dipanen, karena pada usia tersebut batang telah mencapai kekuatan mekanik optimal dan tidak mengganggu regenerasi alami. Selain itu, pemangkasan rumpun harus dilakukan

secara selektif, dengan menyisakan batang induk dan menjaga jumlah minimum batang produktif di setiap rumpun agar tetap sehat dan produktif.

Selanjutnya, replanting atau penanaman kembali bambu secara berkala perlu dilakukan, terutama pada lahan yang telah mengalami penurunan kepadatan rumpun. Replanting dapat dilakukan dengan bibit hasil anakan alami atau dari pembibitan vegetatif seperti stek rhizoma. Praktik ini penting untuk memastikan kesinambungan stok bambu dan mencegah konversi lahan bekas hutan bambu menjadi lahan terbuka yang rentan erosi. Penanaman kembali juga dapat dilakukan sebagai bagian dari rehabilitasi lahan kritis dengan memilih jenis bambu lokal yang adaptif terhadap kondisi tanah dan iklim setempat.

Yang tak kalah penting adalah penetapan zona konservasi bambu oleh pemerintah desa atau kampung. Zona ini ditetapkan sebagai kawasan larangan panen atau dengan pembatasan panen yang sangat ketat guna menjaga fungsi ekologis lanskap bambu, seperti perlindungan sumber mata air, pengendalian longsor, dan pelestarian keanekaragaman hayati. Pemerintah desa dapat membuat peraturan desa (perdes) yang mengatur zona konservasi, jadwal panen, serta sanksi bagi pelanggaran. Peran kelembagaan lokal seperti lembaga adat, kelompok tani hutan (KTH), atau Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) juga penting dalam pengawasan dan implementasi kebijakan ini di tingkat akar rumput.

Dengan menerapkan prinsip-prinsip ini secara konsisten, masyarakat dapat tetap menikmati manfaat ekonomi dari bambu tanpa mengorbankan kelestarian lingkungan. Selain itu, praktik panen berkelanjutan juga membuka peluang untuk mendapatkan sertifikasi ekolabel atau insentif dari program konservasi berbasis masyarakat, yang semakin relevan dalam konteks pembangunan rendah emisi dan ekonomi hijau

2. Pengolahan Limbah untuk Ekonomi Sirkular

Dalam kerangka pembangunan berkelanjutan dan ekonomi hijau, pendekatan ekonomi sirkular sangat relevan untuk diterapkan dalam pengolahan limbah hasil industri bambu, khususnya di wilayah-wilayah penghasil seperti Sulawesi Selatan. Limbah yang sebelumnya dianggap sebagai bahan buangan dapat diolah kembali menjadi produk bernilai guna tinggi, mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus menciptakan sumber penghasilan baru bagi masyarakat lokal.

Salah satu bentuk pemanfaatan adalah dengan mengolah limbah potongan dan serutan bambu menjadi briket biomassa atau kompos organik. Potongan batang bambu dan serutan yang tidak terpakai dapat dihancurkan dan dipadatkan menggunakan alat sederhana menjadi briket yang efisien untuk bahan bakar rumah tangga maupun industri kecil. Briket bambu terbukti memiliki nilai kalor tinggi dan lebih ramah lingkungan dibandingkan kayu bakar konvensional. Alternatif lainnya adalah pengomposan, di mana serutan bambu dicampur dengan limbah organik lain seperti dedaunan atau limbah dapur, lalu difermentasi untuk menghasilkan pupuk kompos yang bermanfaat bagi pertanian lokal. Kedua produk ini tidak hanya mengurangi limbah, tetapi juga berpotensi menjadi komoditas pasar baru yang mendukung ekonomi lokal.

Untuk limbah cair seperti air rendaman dari proses pengawetan bambu, terutama yang menggunakan bahan kimia seperti boraks dan asam borat, pengelolaan yang bertanggung jawab menjadi sangat penting. Air rendaman tidak boleh dibuang langsung ke tanah atau saluran air karena dapat mencemari sumber air dan merusak organisme hidup di sekitarnya. Solusi yang disarankan adalah menampung air limbah ini dalam sistem tertutup, seperti kolam sedimentasi atau tangki reaksi. Dalam

sistem ini, air dapat disaring atau dinetralisir terlebih dahulu dengan bahan alami (misalnya karbon aktif, arang bambu, atau zeolit) sebelum dibuang. Dengan sistem ini, potensi dampak lingkungan berbahaya dapat ditekan seminimal mungkin.

Selain itu, banyak limbah bambu berukuran kecil seperti potongan ujung batang, bilah sisa, dan serutan besar dapat dimanfaatkan untuk produk kerajinan kecil. Misalnya, miniatur rumah adat, bingkai foto, tempat pensil, gantungan kunci, atau ornamen hias bernilai estetika tinggi. Produk-produk ini dapat dipasarkan melalui ekowisata, galeri lokal, atau toko cinderamata, bahkan berpotensi dikembangkan ke pasar daring (online marketplace). Pemanfaatan limbah untuk kerajinan ini juga membuka ruang ekonomi kreatif yang melibatkan pemuda, ibu rumah tangga, dan kelompok usaha mikro, memperkuat ekonomi sirkular yang inklusif dan berbasis komunitas.

Dengan integrasi pengelolaan limbah ke dalam ekonomi sirkular, industri bambu tidak hanya lebih ramah lingkungan, tetapi juga lebih berdaya guna secara sosial dan ekonomi. Pendekatan ini menjadikan limbah bukan sebagai masalah, melainkan sebagai sumber daya alternatif yang menopang keberlanjutan produksi dan kesejahteraan masyarakat secara simultan.

3. Peningkatan Kapasitas Teknologi Ramah Lingkungan

Peningkatan kapasitas teknologi ramah lingkungan merupakan langkah strategis untuk menjadikan industri bambu lebih berkelanjutan, efisien, dan minim dampak terhadap lingkungan. Di banyak daerah penghasil bambu seperti di Sulawesi Selatan, proses produksi masih dilakukan secara tradisional dan belum mengadopsi teknologi tepat guna. Padahal, dengan inovasi sederhana yang sesuai dengan skala usaha lokal, produktivitas dan

mutu produk bambu dapat ditingkatkan, sambil tetap menjaga kesehatan lingkungan dan masyarakat sekitar.

Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah menggantikan metode pengasapan terbuka dengan oven biomassa tertutup. Pengasapan terbuka—yang lazim digunakan untuk mengawetkan bambu—tidak hanya tidak efisien, tetapi juga menghasilkan asap tebal dan partikel polutan (seperti PM2.5) yang berbahaya bagi kesehatan. Sebagai solusi, oven bambu berbahan bakar biomassa dapat digunakan. Oven ini bekerja secara tertutup dengan sistem sirkulasi panas yang merata dan efisien, sekaligus dapat mengurangi emisi gas berbahaya. Bahan bakarnya pun bisa berasal dari limbah bambu sendiri, menjadikan prosesnya lebih sirkular. Teknologi ini telah terbukti di beberapa sentra bambu seperti di Yogyakarta dan Bali, dan bisa direplikasi di Sulawesi Selatan dengan dukungan pelatihan dan fasilitasi awal.

Selanjutnya, diperlukan teknologi pengolahan air limbah skala kecil, khususnya untuk menangani air sisa rendaman bambu yang mengandung bahan kimia seperti boraks atau asam borat. Pengolahan ini dapat dilakukan menggunakan sistem filterisasi alami berbasis arang aktif, batu zeolit, dan pasir. Sistem ini relatif murah, mudah dirakit, dan cocok untuk digunakan oleh industri rumah tangga atau UMKM bambu. Dengan menampung dan menyaring air limbah sebelum dibuang ke lingkungan, risiko pencemaran air tanah dan ekosistem perairan dapat ditekan secara signifikan.

Peningkatan kapasitas teknologi juga harus dibarengi dengan pelatihan bagi pengrajin dan pelaku UMKM dalam prinsip “produksi bersih” atau *clean production*. Pelatihan ini mencakup pemahaman tentang efisiensi energi, pengurangan limbah di sumbernya, daur ulang material, dan penggunaan bahan baku yang berkelanjutan. Misalnya, bagaimana memilih batang bambu dengan usia tepat agar tidak banyak sisa, bagaimana menyusun proses produksi agar hemat bahan dan waktu, serta bagaimana mengelola limbah menjadi produk turunan bernilai jual. Pelatihan

ini tidak hanya meningkatkan kesadaran lingkungan, tetapi juga memperkuat daya saing produk bambu lokal di pasar nasional dan internasional yang kini semakin menuntut produk ramah lingkungan.

Dengan mengintegrasikan teknologi ramah lingkungan dan membangun kapasitas SDM lokal melalui pelatihan berkelanjutan, industri bambu di Sulawesi Selatan dapat berkembang lebih profesional, efisien, dan berkelanjutan. Dukungan dari pemerintah daerah, lembaga riset, dan mitra pembangunan sangat diperlukan untuk menyediakan akses teknologi, pendampingan teknis, serta insentif bagi adopsi teknologi hijau di tingkat akar rumput.

18.4. Peran Pemerintah dan Masyarakat dalam Perlindungan Lingkungan

Perlindungan lingkungan dari dampak negatif industri bambu, khususnya di wilayah seperti Sulawesi Selatan, memerlukan kolaborasi erat antara pemerintah daerah, lembaga swadaya masyarakat (LSM), universitas, dan masyarakat lokal. Selama ini, pengolahan bambu skala kecil sering luput dari pengawasan karena dianggap sebagai industri tradisional yang tidak menimbulkan dampak besar. Padahal, jika dikelola tanpa regulasi yang tepat, aktivitas ini berpotensi mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, penguatan peran pemerintah dan masyarakat sangat penting dalam menjaga keberlanjutan industri bambu.

Pertama, pemerintah daerah bersama pemangku kepentingan lainnya perlu menyusun regulasi teknis terkait pengolahan bambu yang ramah lingkungan. Regulasi ini dapat berbentuk peraturan daerah (Perda) atau peraturan desa (Perdes) yang mengatur standar pengolahan bambu, tata kelola limbah padat dan cair, serta penggunaan teknologi pengawetan dan pengeringan yang tidak mencemari lingkungan. Universitas dan lembaga riset lokal dapat dilibatkan untuk menyusun standar teknis berbasis hasil penelitian lapangan. Misalnya, pengaturan

tentang kewajiban penggunaan oven tertutup, sistem pembuangan limbah cair yang aman, atau larangan pembakaran terbuka pada musim kemarau. Regulasi ini penting untuk memberikan kepastian hukum sekaligus mendorong perubahan perilaku di tingkat produsen.

Kedua, penyediaan insentif bagi UMKM bambu yang menerapkan praktik berkelanjutan menjadi langkah strategis untuk mempercepat adopsi teknologi dan prinsip produksi bersih. Insentif ini bisa berupa bantuan peralatan, pelatihan teknis, subsidi bahan baku ramah lingkungan, akses ke pembiayaan mikro, hingga pengurangan pajak atau retribusi. Pemerintah juga dapat mendorong terbentuknya skema sertifikasi produk ramah lingkungan atau *eco-label*, yang dapat meningkatkan daya saing produk di pasar domestik dan ekspor. Dengan insentif yang tepat, pelaku usaha kecil akan lebih termotivasi untuk bertransformasi ke arah produksi yang berwawasan lingkungan.

Ketiga, pelibatan masyarakat dalam pemantauan dampak lingkungan dan edukasi menjadi kunci keberhasilan perlindungan ekologis jangka panjang. Masyarakat, termasuk kelompok tani, perempuan, pemuda, dan pelaku adat, harus diberdayakan untuk memantau kualitas air, udara, dan kesehatan lingkungan di sekitar lokasi industri bambu. Kegiatan pemantauan ini dapat difasilitasi oleh LSM atau universitas melalui program *citizen science*, pelatihan monitoring sederhana, atau forum musyawarah kampung. Selain itu, edukasi tentang pentingnya konservasi bambu, pemanfaatan limbah, dan teknologi bersih harus dilakukan secara rutin melalui penyuluhan, sekolah lapang, atau kampanye publik.

Dengan kolaborasi yang kuat antara pemerintah, LSM, akademisi, dan masyarakat, pengelolaan industri bambu dapat diarahkan untuk tidak hanya menjadi sumber ekonomi lokal, tetapi juga bagian dari solusi terhadap tantangan lingkungan. Langkah-langkah ini sangat penting dalam mewujudkan sistem produksi bambu yang tidak hanya produktif, tetapi juga adil, lestari, dan adaptif terhadap perubahan iklim



BAB 19

SOSIAL EKONOMI PETANI HUTAN BAMBU (STUDI KASUS HUTAN BAMBU RAKYAT DI KECAMATAN TANRALILI, KABUPATEN MAROS)

19.1 Karakteristik Petani Hutan Bambu

HASIL penelitian tentang karakteristik petani hutan di Kecamatan Tanralili ditunjukkan pada Tabel 7. Berdasarkan Tabel 7, petani hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili terdiri dari beberapa kelompok umur, dan jenis kelamin. Keseluruhan petani hutan yang mengelola hutan bambu rakyat adalah penduduk lokal yang beragama islam yang merupakan agama yang dominan di daerah tersebut. Suku yang mendiami daerah pengembangan hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili adalah suku bugis dan suku Makassar atau asimilasi kedua suku tersebut.

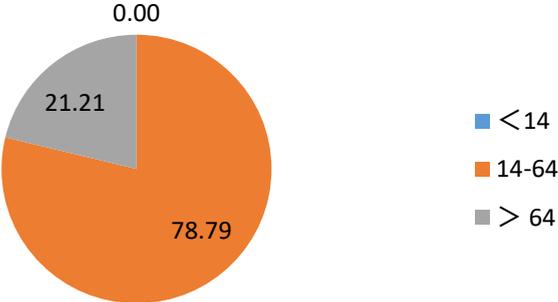
Umur merupakan salah satu identitas yang mempengaruhi kerja dan pola pikir responden. Responden berumur muda pada umumnya mempunyai kemampuan fisik yang lebih baik dalam bekerja mencari nafkah dan lebih cepat menerima hal-hal yang dianjurkan. Namun, biasanya masih kurang memiliki pengalaman untuk mengimbangi keragaman yang terjadi, cenderung lebih dinamis sehingga cepat menerima hal-hal yang berbeda bagi perkembangan hidupnya pada masa-masa yang akan datang. Umur responden yang dimaksud pada penelitian ini adalah umur mulai dari usia produktif muda, umur produktif tua dan usia non produktif.

Tabel 7 Karakteristik Petani Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

No	Nama	Usia (tahun)	Jenis kelamin	Agama	Suku
1	Dg Naja	80	laki-laki	Islam	Bugis Makassar
2	Abdul Hakim	45	laki-laki	Islam	Bugis
3	Sau	65	laki-laki	Islam	Bugis
4	Fatma	43	perempuan	Islam	Bugis Makassar
5	Muhtar	36	laki-laki	Islam	Bugis Makassar
6	Mansur	41	laki-laki	Islam	Bugis Makassar
7	H. Ali	74	laki-laki	Islam	Bugis Makassar
8	M. Idris	40	laki-laki	Islam	Bugis
9	Esse Dg. Ngiji	62	perempuan	Islam	Bugis
10	Dg. Makka	40	perempuan	Islam	Bugis
11	Suardin	46	laki-laki	Islam	Bugis Makassar
12	Syarifuddin Dg. Sore	39	laki-laki	Islam	Bugis Makassar
13	Muh. Nur	42	laki-laki	Islam	Bugis Makassar
14	Dg. Majid	60	laki-laki	Islam	Bugis
15	Mauria	45	perempuan	Islam	Bugis
16	Nursia	76	perempuan	Islam	Bugis Makassar
17	Nurlia	31	perempuan	Islam	Bugis Makassar
18	Fatahuddin	96	laki-laki	Islam	Bugis
19	Naha	59	perempuan	Islam	Bugis Makassar
20	Nasaruddin	28	laki-laki	Islam	Bugis
21	Hasna	47	perempuan	Islam	Bugis
22	Abbas	47	laki-laki	Islam	Bugis
23	Nani	30	perempuan	Islam	Bugis
24	Selong	45	perempuan	Islam	Bugis Makassar
25	H. Muis	57	laki-laki	Islam	Bugis
26	Yahya	42	laki-laki	Islam	Bugis Makassar
27	Yusuf	35	laki-laki	Islam	Bugis Makassar
28	Dg Haya	71	laki-laki	Islam	Bugis Makassar
29	Dibundu	50	laki-laki	Islam	Bugis
30	Baya	56	perempuan	Islam	Bugis Makassar
31	Mariyati	42	perempuan	Islam	Bugis Makassar
32	Dg Ratu	65	perempuan	Islam	Bugis Makassar
33	Ati	44	perempuan	Islam	Bugis Makassar

Berdasarkan Gambar 17 tentang persentase kelompok umur petani hutan bambu rakyat. Pada umumnya petani hutan bambu

rakyat di Tanralili adalah kelompok usia produktif (14-64 tahun) yaitu sekitar 78.79% sedangkan sisanya adalah kelompok usia lanjut (> 64 tahun) yang berkisar 21.21%. Berdasarkan persentase jenis kelamin petani hutan bambu rakyat pada Gambar 18. menunjukkan bahwa usaha hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili tidak hanya dilakukan oleh laki-laki tetapi juga diusahakan oleh perempuan. Sekitar 58% petani hutan yang mengusahakan hutan bambu rakyat adalah laki-laki dan sisanya adalah 42% diusahakan oleh kaum perempuan.



Gambar 17. Persentase Kelompok Umur Petani Hutan Bambu Rakyat



Gambar 18 Persentase Jenis Kelamin Petani Hutan Bambu Rakyat

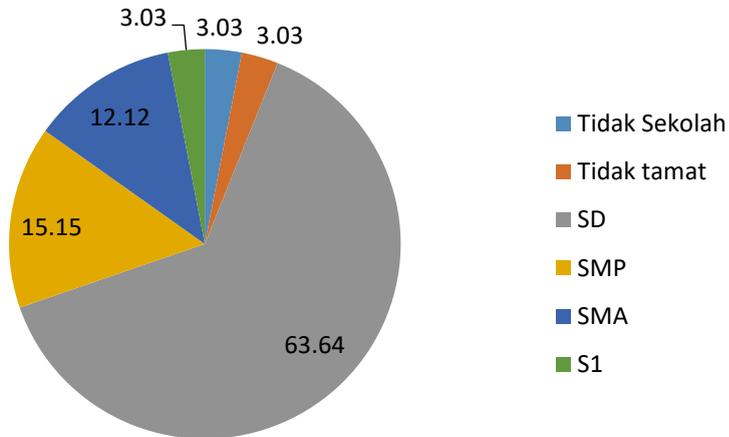
Tingkat pendidikan yang dimaksud adalah jenjang pendidikan formal yang ditempuh oleh responden yang dinyatakan dalam satuan tahun. Tingkat pendidikan seseorang mempengaruhi kemampuan berfikir, memahami arti pentingnya hutan, serta mencari solusi dari masalah-masalah yang ada. Seseorang akan lebih cepat memberikan tanggapan terhadap suatu masalah, melalui kemampuan berfikir dengan bekal pendidikan dan pengetahuan yang mereka miliki. Tabel 8 menunjukkan tingkat pendidikan dan jenis pekerjaan petani hutan bambu rakyat di kecamatan tanralili. Berdasarkan Tabel 8, tingkat pendidikan petani hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili bervariasi dari jenjang tidak sekolah sampai tingkat S1.

Tabel 8 Tingkat Pendidikan dan Jenis Pekerjaan Petani Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

No	Nama	Pendidikan	Pekerjaan Utama	Pekerjaan Sampingan
1	Dg Naja	SD	Petani Bambu	Berkebun
2	Abdul Hakim	SMP	Petani Bambu	Berkebun
3	Sau	Tidak sekolah	Petani Bambu	Berkebun
4	Fatma	SD	Wiraswasta	Petani Bambu
5	Muhtar	SMA	PNS	Petani Bambu
6	Mansur	SMA	Wiraswasta	Petani Bambu
7	H. Ali	SD	Petani Bambu	Berkebun
8	M. Idris	SMP	Petani Bambu	Berkebun
9	Esse Dg. Ngiji	SD	Petani Bambu	Berkebun
10	Dg. Makka	SMP	Petani Bambu	Berkebun
11	Suardin	SMA	Petani Bambu	Wiraswasta
12	Syarifuddin Dg. Sore	SD	Petani Bambu	Berkebun
13	Muh. Nur	SD	Petani Bambu	Petani Bambu
14	Dg. Majid	Tidak tamat SD	Petani Bambu	Berkebun
15	Mauria	SMA	Petani Bambu	Berkebun
16	Nursia	SD	Petani Bambu	Berkebun
17	Nurlia	S1	PNS	Petani Bambu
18	Fatahuddin	SD	Petani Bambu	Berkebun
19	Naha	SD	Petani Bambu	Berkebun
20	Nasaruddin	SD	Petani Bambu	Berkebun
21	Hasna	SD	Petani Bambu	Berkebun
22	Abbas	SMP	Petani Bambu	Berkebun
23	Nani	SD	Petani Bambu	Berkebun
24	Selong	SD	Petani Bambu	Berkebun
25	H. Muis	SD	Petani Bambu	Berkebun
26	Yahya	SMP	Petani Bambu	Berkebun
27	Yusuf	SD	Petani Bambu	Berkebun
28	Dg Haya	SD	Tukang Kayu	Petani Bambu
29	Dibundu	SD	Petani Bambu	Berkebun
30	Baya	SD	Wiraswasta	Petani Bambu
31	Mariyati	SD	Wiraswasta	Petani Bambu
32	Dg Ratu	SD	Wiraswasta	Petani Bambu
33	Ati	SD	Petani Bambu	Berkebun

Gambar 19. menunjukkan bahwa tingkat pendidikan petani hutan bambu rakyat masih sangat rendah, hal ini di buktikan

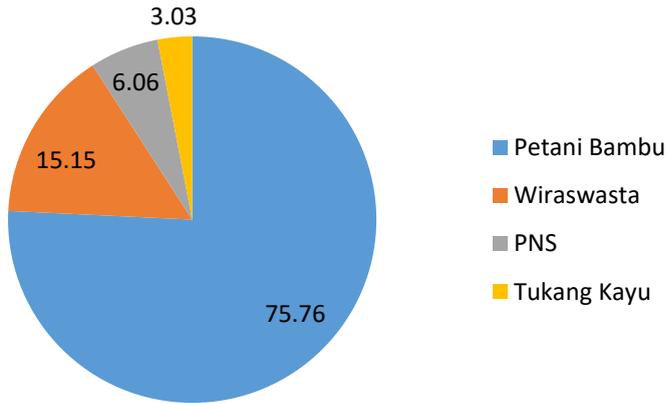
dengan persentase petani hutan yang tidak sekolah, tidak tamat SD dan sekolah sampai SD mencapai 69.70%, jumlah ini sangat jauh jika dibandingkan yang sekolah sampai SMP dan SMA hanya berkisar 27.27%. Sementara yang mencapai gelar Sarjana hanya berkisar 3.03% ini juga memiliki pekerjaan utama sebagai PNS. Rendahnya tingkat pendidikan tersebut disebabkan karena prinsip yang dianut oleh masyarakat bahwa punya pendidikan tinggi belum memberikan jaminan untuk memperoleh pekerjaan yang lebih baik. Prinsip tersebut mengakibatkan banyak petani menganggap bahwa pendidikan di Sekolah Dasar sudah cukup untuk mencari nafkah hidup. Selain itu masyarakat beranggapan bahwa tanpa pendidikan masyarakat dapat mengelola lahannya dengan baik, selain itu pada umumnya responden tidak mempunyai biaya untuk sekolah, dan melanjutkannya pada jenjang yang lebih tinggi



Gambar 19. Persentase Tingkat Pendidikan Petani Hutan Bambu Rakyat

Gambar 20. menunjukkan persentase jenis pekerjaan utama petani hutan bambu rakyat. Berdasarkan Gambar 20, sekitar 75.76% petani hutan bambu rakyat menjadikan usaha budidaya bambu rakyat sebagai pekerjaan utama sisanya hanya menjadikan usaha

bambu rakyat sebagai pekerjaan sampingan yaitu sekitar 24.24% dimana sekitar 15.15% petani hutan bambu rakyat memiliki pekerjaan utama sebagai wiraswasta, 6.06% memiliki pekerjaan utama sebagai wiraswasta dan 3.03% merupakan tukang kayu.



Gambar 20 Persentase Jenis Pekerjaan Utama Petani Hutan Bambu Rakyat

Tabel 9. menunjukkan tingkat jumlah anggota keluarga petani hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili. Jumlah anggota keluarga petani hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili berkisar 2-10 orang dengan tanggungan keluarga sekitar 1-6 orang. Jumlah tanggungan dalam keluarga adalah banyaknya anggota keluarga yang tinggal dalam satu rumah dengan responden atau di luar rumah, namun masih menjadi tanggung jawab responden. Besarnya jumlah tanggungan keluarga responden mempengaruhi besarnya biaya hidup. Besarnya biaya hidup yang ditanggung responden akan mendorong untuk lebih aktif berusaha guna memenuhi kebutuhan keluarganya. Jumlah anggota keluarga yang aktif bekerja berkisar 52.5%, yang sekolah sekitar 30% dan yang tidak bekerja (menganggur) sekitar 17.5%. Hal ini berarti jumlah tanggungan keluarga sebesar 47.5%. Banyaknya jumlah tanggungan keluarga akan mempengaruhi besarnya kebutuhan biaya hidup responden. Besarnya biaya hidup

yang harus ditanggung akan mendorong responden untuk lebih aktif berusaha guna memenuhi kebutuhan keluarganya.

Tabel 9 Jumlah Anggota Keluarga Petani Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

No.	Nama	Jumlah Anggota Keluarga	Status Kerja		
			Bekerja	Sekolah	Tidak Bekerja
1	Dg Naja	10	6	0	4
2	Abdul Hakim	4	1	3	0
3	Sau	6	4	0	2
4	Fatma	5	2	1	2
5	Muhtar	5	2	3	0
6	Mansur	4	2	2	0
7	H. Ali	10	5	3	2
8	M. Idris	3	3	0	0
9	Esse Dg. Ngiji	7	5	0	2
10	Dg. Makka	3	1	1	1
11	Suardin	6	1	2	3
12	Syarifuddin Dg. Sore	6	1	5	0
13	Muh. Nur	5	1	3	1
14	Dg. Majid	5	2	3	0
15	Mauria	4	2	2	0
16	Nursia	8	1	5	2
17	Nurlia	2	2	0	0
18	Fatahuddin	5	3	0	2
19	Naha	2	1	0	1
20	Nasaruddin	4	3	0	1
21	Hasna	2	2	0	0

22	Abbas	4	2	2	0
23	Nani	7	5	2	0
24	Selong	4	4	0	0
25	H. Muis	4	1	0	3
26	Yahya	5	2	3	0
27	Yusuf	2	1	0	1
28	Dg Haya	6	4	2	0
29	Dibundu	3	2	1	0
30	Baya	3	2	1	0
31	Mariyati	6	3	2	1
32	Dg Ratu	4	4	0	0
33	Ati	6	4	2	0
Jumlah		160	84	48	28
Rata-Rata		4.85	2.55	1.45	0.85
Persentase		100	52.5	30	17.5

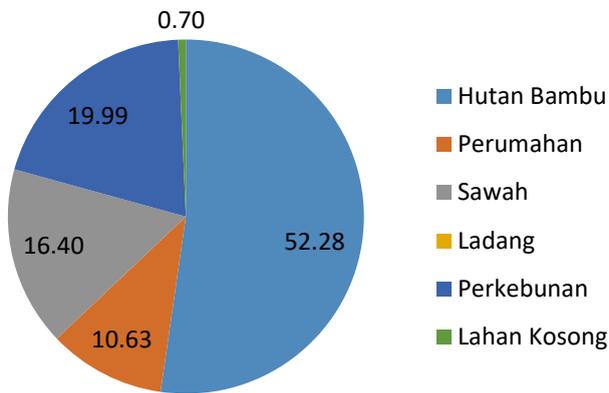
Tabel 10. menunjukkan luas lahan petani hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili bervariasi antara 0.3 sampai dengan 4.2 ha dengan rata-rata sekitar 0.95 ha per kepala keluarga. Luas lahan ini terbagi dalam penggunaan lahan bambu, perumahan, sawah, perkebunan dan lahan kosong. Luas lahan untuk penggunaan bambu berkisar sekitar 0.25 ha sampai dengan 1 ha dengan rata-rata sekitar 0.5 ha. Luas rata-rata lahan masyarakat untuk perumahan sekitar 0.1 ha, sawah 0.16 ha, perkebunan 0.19 ha dan 0.01 ha lahan kosong. Lahan milik masyarakat tersebut digunakan masyarakat setempat untuk memenuhi kebutuhan hidup keluarganya.

Tabel 10 Luas Lahan Petani Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

No	Nama	Luas total (ha)	Penggunaan Lahan (ha)					
			Lahan Bambu	Perumahan	Sawah	Ladang	Perkebunan	Kosong
1	Dg Naja	1	0.5	0.01	0	0	0.4	0.09
2	Abdul Hakim	0.3	0.25	0.02	0	0	0	0.03
3	Sau	1.82	0.5	0.02	0.3	0	1	0.00
4	Fatma	1.5	0.5	0.05	0	0	0.95	0.00
5	Muhtar	0.57	0.25	0.02	0.3	0	0	0.00
6	Mansur	1.65	0.6	0.5	0.25	0	0.3	0.00
7	H. Ali	1.5	0.5	0.05	0.95	0	0	0.00
8	M. Idris	1.85	1	0.25	0.5	0	0.1	0.00
9	Esse Dg. Ngiji	0.3	0.25	0.05	0	0	0	0.00
10	Dg. Makka	0.6	0.4	0.2	0	0	0	0.00
11	Suardin	0.35	0.32	0.03	0	0	0	0.00
12	Syarifuddin Dg. Sore	1.15	0.4	0.05	0.5	0	0.2	0.00
13	Muh. Nur	1.1	0.5	0.1	0	0	0.5	0.00
14	Dg. Majid	4.2	1	0.1	1	0	2	0.10
15	Mauria	1	0.8	0.2	0	0	0	0.00

16	Nursia	0.55	0.5	0.05	0	0	0	0.00
17	Nurlia	0.35	0.3	0.05	0	0	0	0.00
18	Fatahuddin	0.85	0.5	0.05	0.3	0	0	0.00
19	Naha	0.85	0.8	0.05	0	0	0	0.00
20	Nasaruddin	0.5	0.3	0.2	0	0	0	0.00
21	Hasna	0.4	0.3	0.02	0.08	0	0	0.00
22	Abbas	1	0.5	0.1	0.4	0	0	0.00
23	Nani	0.5	0.3	0.2	0	0	0	0.00
24	Selong	0.6	0.3	0.1	0	0	0.2	0.00
25	H. Muis	0.82	0.6	0.1	0.12	0	0	0.00
26	Yahya	0.5	0.4	0.05	0	0	0.05	0.00
27	Yusuf	1	0.8	0.02	0	0	0.18	0.00
28	Dg Haya	0.5	0.4	0.1	0	0	0	0.00
29	Dibundu	0.7	0.5	0.2	0	0	0	0.00
30	Baya	0.8	0.65	0.05	0.1	0	0	0.00
31	Mariyati	1	0.3	0.1	0.2	0	0.4	0.00
32	Dg Ratu	0.8	0.6	0.2	0	0	0	0.00
33	Ati	0.8	0.6	0.05	0.15	0	0	0.00
Jumlah		31.41	16.42	3.34	5.15	0	6.28	0.22
Rata-Rata		0.95	0.50	0.10	0.16	0.00	0.19	0.01
Persentase		100	52.28	10.63	16.40	0.00	19.99	0.70

Gambar 21. menunjukkan persentase penggunaan lahan petani hutan bambu rakyat. Berdasarkan Gambar 21. penggunaan lahan masyarakat di Kecamatan Tanralili pada umumnya untuk budidaya bambu rakyat (52.28%). Penggunaan untuk perkebunan menempati penggunaan lahan tertinggi kedua yaitu sekitar 19.99% dan selanjutnya untuk sawah sekitar 16.40%, perumahan sekitar 10.63 dan lahan kosong 0.70%.



Gambar 21 Persentase Penggunaan Lahan Petani Hutan Bambu Rakyat

19.2. Produksi Bambu Rakyat

Hasil wawancara dengan masyarakat petani hutan bambu rakyat menunjukkan bahwa tujuan produksi bambu adalah bambubulat dan bambu olahan seperti meubel dan tusuk sate serta pemanfaatan rebung. Semua petani hutan bambu rakyat membudidayakan dan memproduksi bambubulat setiap tahun. Usia panen pada umumnya 2 dan 3 tahun. Frekuensi panen sekitar satu kali dalam setahun. Produksi bambu bulat petani hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili seperti yang ditunjukkan pada Tabel

11, rata-rata 764 batang/ tahun per KK. Bambu bulat ini pada umumnya untuk dijual dan sebagian untuk dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan bambuhari seperti untuk meubel, pagar, kandang ayam, dan talangan air, balai-balai. Bentuk bahan baku yang digunakan dalam komponen bahan bangunan seperti dinding rumah, kandang ayam dan balai-balai menggunakan bambu dalam bentuk belah, bambu bulat atau gabungan bambu belah dan bambu bulat. Intensitas bahan baku bambu yang digunakan untuk bahan bangunan berbeda-beda. Untuk dinding rumah, bambu yang diperlukan tergantung dari besarnya kerusakan yang harus diganti pada rumah tersebut. Petani biasanya menggunakan bambu sebanyak 10 hingga 50 batang dengan panjang maksimal 3 meter. Dinding rumah yang dibuat kebanyakan digunakan untuk bagian dapur. Dan untuk pembuatan kandang ayam petani menggunakan bambu sebanyak 100 hingga 150 batang dan sebagai tiang penyangganya sekitar 50 batang hal ini dikarenakan kandang ayam yang dibuat untuk kapasitas sampai 500 hingga 1000 ekor. Serta untuk pembuatan balai-balai hanya sebagian kecil saja bambu yang digunakan karena pembuatan balai-balai yang dilakukan tidak terlalu besar.

Selain petani memanfaatkan bambu sebagai bahan bangunan ada juga petani yang memanfaatkan bambu sebagai bahan industri rumah tangga seperti pembuatan tusuk sate dan kerajinan tangan seperti pembuatan kurungan ayam dan walasuji (yang biasa digunakan pada acara perkawinan). Bambu yang digunakan diperoleh dari lahan miliknya sendiri. Rata-rata penggunaan bambu yang digunakan sebagai bahan kerajinan tangan untuk kurungan ayam dan walasuji (5 – 10 batang) dalam satu kali buat karena kapasitasnya kecil. Hal ini disebabkan karena pembuatan kurungan ayam dan walasuji tidak memerlukan keahlian khusus dalam pengerjaannya, dan pada umumnya hanya sebatas untuk kebutuhan sendiri. Sebagai bahan bangunan,

industri rumah tangga dan kerajinan tangan petani juga memanfaatkan bambu sebagai bahan pagar. Pagar dapat memberikan keindahan, keamanan dan ketertiban bagi setiap pekarangan rumah maupun sawah. Hal ini terlihat setiap petani (masyarakat) di Kecamatan Tanralili Kabupaten Maros menggunakan bambu untuk bahan pagar, meskipun ada juga yang menggunakan bahan dari kayu. Pagar yang dibuat oleh petani di Kecamatan Tanralili ada dua bentuk. Ada dari bahan baku bambu belah dan ada dalam bentuk bulat. Bahan baku bambu belah kebanyakan digunakan untuk rumah-rumah yang berada di pusat desa sedangkan untuk pagar yang berbahan baku bambu bulat biasanya digunakan untuk rumah-rumah yang berada jauh dari pusat desa (bagian pedalaman) dan juga digunakan sebagai pagar untuk lahan sawah atau kebun.

Rata-rata pemakaian bambu untuk keperluan pagar sebanyak 10 sampai 50 batang pertahun dengan frekuensi pergantian selama satu kali dalam lima tahun. Untuk pemakaian bahan baku bambu bulat biasanya digunakan pada lahan sawah atau kebun bambu dan sebagian juga digunakan untuk rumah-rumah yang berada disekitar lahan bambu. Pagar yang terbuat dari bambu bulat ini tidak memiliki kriteria tertentu seperti umur karena sebagian besar petani (masyarakat) yang ada di Kecamatan Tanralili Kabupaten Maros ada yang menggunakan bambu di bawah umur 2 tahun. Tujuan dari penggunaan pagar sebagai bahan baku bambu bulat untuk lahan sawah ataupun kebun bambu agar dapat mencengah masuknya hewan-hewan ternak milik petani setempat seperti sapi.

Industri tusuk sate di Kecamatan Tanrailili, Kabupaten Maros masing-masing industri memiliki rata-rata pekerja sebanyak 2 orang. Dalam pembuatan tusuk sate, kebutuhan bambu yang diperlukan setiap bulanya adalah 20 batang bambu yang diperoleh dari petani. Jenis bambu yang digunakan rata-rata menggunakan

jenis bambu paring. Jenis bambu ini mudah didapatkan dan juga relatif murah. Bambu yang sudah dibelah-belah kecil menjadi tusuk sate di keringkan selama tiga hari bahkan terkadang lebih dari itu jika cuaca buruk.. Dalam 1 batang bambu bisa menghasilkan 7 ikat tusuk sate dengan isi dalam 1 ikat mencapai 100 biji – 200 biji, panjangnya kira-kira 20 cm.

Industri meubel di Kecamatan Tanrailili, Kabupaten Maros masing-masing industri memiliki rata-rata pekerja sebanyak 6 orang. Dalam pembuatan tusuk sate, kebutuhan bambu yang diperlukan setiap bulanya adalah 12 batang bambu yang diperoleh dari petani. Jenis bambu yang digunakan rata-rata menggunakan jenis bambu tutul. Jenis bambu ini mempunyai motif/corak yang menarik sehingga bambu ini banyak digunakan untuk pembuatan kerajinan kursi meja. Dalam 12 batang ini industri dapat menghasilkan satu set meubel ((kursi 4 buah dan meja 1 buah). Dalam proses pembuatannya, industri membutuhkan beberapa perlengkapan pendukung seperti : rotan, cat, paku, lem, bor tangan, parang dan gergaji.

Tabel 11 Tujuan Produksi dan Besarnya Produksi Bambu Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

No	Nama	Tujuan Produksi	Bambu Bulat			Dijual (Batang)
			Usia panen (tahun)	Frekuensi panen (tahun)	Banyak Produksi (batang)	
1	Dg Naja	Bambu Bulat, Rebung, bambu Olahan, Tusuk sate	2-3	1	400	400
2	Abdul Hakim	Bambu bulat	2-3	1	390	390
3	Sau	Bambu Bulat, Rebung, bambu Olahan, Tusuk sate	2-3	1	800	800
4	Fatma	Bambu Bulat, Rebung, bambu Olahan, Tusuk sate	2-3	1	775	775
5	Muhtar	Bambu bulat	2-3	1	400	400
6	Mansur	Bambu bulat	2-3	1	930	930
7	H. Ali	Bambu bulat	2-3	1	775	775
8	M. Idris	Bambu bulat	2-3	1	1550	1550
9	Esse Dg. Ngiji	Bambu Bulat, bambu Olahan, Tusuk sate	2-3	1	390	390

10	Dg. Makka	Bambu bulat	2-3	1	620	620
11	Suardin	Bambu Bulat, Rebung, bambu Olahan, Tusuk sate	2-3	1	500	500
12	Syarifuddin Dg. Sore	Bambu bulat	2-3	1	620	620
13	Muh. Nur	Bambu bulat	2-3	1	775	775
14	Dg. Majid	Bambu Bulat, Rebung, bambu Olahan, Tusuk sate	2-3	1	1550	1550
15	Mauria	Bambu bulat	2-3	1	1240	1240
16	Nursia	Bambu bulat	2-3	1	775	775
17	Nurlia	Bambu bulat	2-3	1	465	465
18	Fatahuddin	Bambu bulat	2-3	1	775	775
19	Naha	Bambu bulat	2-3	1	1250	1250
20	Nasaruddin	Bambu bulat	2-3	1	465	465
21	Hasna	Bambu bulat	2-3	1	470	470
22	Abbas	Bambu bulat	2-3	1	775	775
23	Nani	Bambu Bulat, Rebung, bambu Olahan, Tusuk sate	2-3	1	465	465
24	Selong	Bambu bulat	2-3	1	470	470

25	H. Muis	Bambu bulat	2-3	1	930	930
26	Yahya	Bambu bulat	2-3	1	620	620
27	Yusuf	Bambu bulat	2-3	1	1240	1240
28	Dg Haya	Bambu bulat	2-3	1	620	620
29	Dibundu	Bambu bulat	2-3	1	800	800
30	Baya	Bambu bulat	2-3	1	1000	1000
31	Mariyati	Bambu bulat	2-3	1	470	470
32	Dg Ratu	Bambu bulat	2-3	1	950	950
33	Ati	Bambu bulat	2-3	1	950	950
Jumlah				33	25205	25205
Rata-Rata				1.00	764	764

19.3. Analisis Biaya Pembangunan Hutan Bambu Rakyat

Tabel 12 menunjukkan hasil analisis biaya pembangunan hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili. Berdasarkan Tabel 12, terdapat beberapa komponen biaya dalam pembangunan hutan tanaman biaya tersebut meliputi biaya pembibitan, persiapan lahan, penanaman, pemeliharaan. Keseluruhan investasi masyarakat yang terdiri atas 33 KK dengan luas total lahan 16.42 ha adalah Rp. 95,981,122.45 yang terdiri atas biaya persiapan (pembibitan dan persiapan lahan) sebesar Rp. 39,826,122.45 biaya penanaman sebesar Rp.36,115,000.00 dan biaya pemeliharaan pada tahun kedua sebesar Rp. 20,040,000.00.

Jumlah rata-rata biaya yang diinvestasikan setiap KK petani bambu rakyat untuk membangun hutan bambu rakyat sebesar 0.50 ha adalah Rp. 2,908,518.86 yang terdiri atas biaya persiapan (pembibitan dan persiapan lahan) sebesar Rp. 1,206,852.20 biaya penanaman sebesar Rp.1,094,393.94 dan biaya pemeliharaan pada tahun kedua sebesar Rp. 607.272.73. Jika berdasarkan nilai produktivitas lahan, jumlah rata-rata biaya yang diinvestasikan petani bambu rakyat untuk membangun hutan bambu rakyat per ha adalah Rp. 5,817,037.72 yang terdiri atas biaya persiapan (pembibitan dan persiapan lahan) sebesar Rp. 2,413,704.39 biaya penanaman sebesar Rp. 2,188,787.88 dan biaya pemeliharaan pada tahun kedua sebesar Rp 1,214,545.45.

Tabel 12 Analisis Biaya Pembangunan Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

No.	Nama	Biaya Persiapan (Rp.)				Biaya Penanaman (Rp.)			Biaya Pemeliharaan (Rp.)			Total Biaya Pembangunan (Rp.)
		Pembibitan	Persiapan Lahan	Biaya Tetap	Biaya total	Penanaman	Alat	Biaya total	Pemeliharaan	Biaya Tetap	Biaya total	
1	De Naja	612.244,90	500.000,00	100.000,00	1.212.244,90	1.000.000,00	100.000,00	1.100.000,00	620.000,00	100.000,00	720.000,00	3.032.244,90
2	Abdul Hakim	306.122,45	250.000,00	100.000,00	656.122,45	500.000,00	75.000,00	575.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	1.831.122,45
3	Suu	612.244,90	500.000,00	100.000,00	1.212.244,90	1.000.000,00	100.000,00	1.100.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.912.244,90
4	Fatma	612.244,90	500.000,00	100.000,00	1.212.244,90	1.000.000,00	100.000,00	1.100.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.912.244,90
5	Muhlar	306.122,45	250.000,00	100.000,00	656.122,45	500.000,00	75.000,00	575.000,00	620.000,00	100.000,00	720.000,00	1.951.122,45
6	Manuar	734.693,88	600.000,00	100.000,00	1.434.693,88	1.200.000,00	100.000,00	1.300.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	3.334.693,88
7	H. AH	612.244,90	500.000,00	100.000,00	1.212.244,90	1.000.000,00	100.000,00	1.100.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.912.244,90
8	M. Idris	1.234.489,80	1.000.000,00	100.000,00	2.334.489,80	2.000.000,00	100.000,00	2.100.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	5.024.489,80
9	Euse De. Neeji	306.122,45	250.000,00	100.000,00	656.122,45	500.000,00	100.000,00	600.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	1.856.122,45
10	De. Makka	489.795,92	400.000,00	100.000,00	989.795,92	800.000,00	75.000,00	875.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.464.795,92
11	Suardin	391.836,73	320.000,00	100.000,00	811.836,73	640.000,00	100.000,00	740.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.151.836,73
12	Syariduddin De. Sore	489.795,92	400.000,00	100.000,00	989.795,92	800.000,00	100.000,00	900.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.489.795,92
13	Muh. Nur	612.244,90	500.000,00	100.000,00	1.212.244,90	1.000.000,00	100.000,00	1.100.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.912.244,90
14	De. Majid	1.234.489,80	1.000.000,00	100.000,00	2.334.489,80	2.000.000,00	150.000,00	2.150.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	5.074.489,80
15	Munira	979.591,84	800.000,00	100.000,00	1.879.591,84	1.600.000,00	100.000,00	1.700.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	4.179.591,84
16	Nuraini	612.244,90	500.000,00	100.000,00	1.212.244,90	1.000.000,00	100.000,00	1.100.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.912.244,90
17	Nurita	367.346,94	300.000,00	100.000,00	767.346,94	600.000,00	100.000,00	700.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.067.346,94
18	Fatahuddin	612.244,90	500.000,00	100.000,00	1.212.244,90	1.000.000,00	100.000,00	1.100.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.912.244,90
19	Nala	979.591,84	800.000,00	100.000,00	1.879.591,84	1.600.000,00	150.000,00	1.750.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	4.229.591,84
20	Nasrudin	367.346,94	300.000,00	100.000,00	767.346,94	600.000,00	100.000,00	700.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.067.346,94
21	Hassa	367.346,94	300.000,00	100.000,00	767.346,94	600.000,00	100.000,00	700.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.067.346,94
22	Abbas	612.244,90	500.000,00	100.000,00	1.212.244,90	1.000.000,00	100.000,00	1.100.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.912.244,90
23	Nani	367.346,94	300.000,00	100.000,00	767.346,94	600.000,00	100.000,00	700.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.067.346,94
24	Selene	367.346,94	300.000,00	100.000,00	767.346,94	600.000,00	100.000,00	700.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.067.346,94
25	H. Muais	734.693,88	600.000,00	100.000,00	1.434.693,88	1.200.000,00	100.000,00	1.300.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	3.334.693,88
26	Yahya	489.795,92	400.000,00	100.000,00	989.795,92	800.000,00	100.000,00	900.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.489.795,92
27	Yusuf	979.591,84	800.000,00	100.000,00	1.879.591,84	1.600.000,00	100.000,00	1.700.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	4.179.591,84
28	De. Hava	489.795,92	400.000,00	100.000,00	989.795,92	800.000,00	100.000,00	900.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.489.795,92
29	Dibanda	612.244,90	500.000,00	100.000,00	1.212.244,90	1.000.000,00	100.000,00	1.100.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.912.244,90
30	Bava	795.918,37	650.000,00	100.000,00	1.545.918,37	1.300.000,00	100.000,00	1.400.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	3.545.918,37
31	Maryati	367.346,94	300.000,00	100.000,00	767.346,94	600.000,00	50.000,00	650.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	2.017.346,94
32	De. Ratu	734.693,88	600.000,00	100.000,00	1.434.693,88	1.200.000,00	100.000,00	1.300.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	3.334.693,88
33	Ati	734.693,88	600.000,00	100.000,00	1.434.693,88	1.200.000,00	100.000,00	1.300.000,00	500.000,00	100.000,00	600.000,00	3.334.693,88
Jumlah Total KK		20.106.122,45	16.420.000,00	3.300.000,00	39.826.122,45	32.840.000,00	3.275.000,00	36.115.000,00	16.740.000,00	3.300.000,00	20.040.000,00	95.981.122,45
Rata-rata per KK		609.276,44	497.375,76	100.000,00	1.206.652,20	995.151,52	99.242,42	1.094.393,94	507.272,72	100.000,00	607.272,72	2.608.518,86
Rata-rata per ha		1.218.552,88	995.151,52	200.000,00	2.413.704,39	1.990.303,03	198.484,85	2.188.787,88	1.014.545,45	200.000,00	1.214.545,45	5.817.037,72

1. Analisis Pendapatan Hutan Bambu Rakyat

Setelah bambuditanaman dengan jarak tanam bambu 7 m x 7 m, setiap tahun petani melakukan pemeliharaan tanaman meliputi penyiangan, penyiraman pada musim hujan, dan pemberian pupuk. Pada umumnya petani jarang melakukan pemupukan, walaupun dilakukan pemupukan hanya sekali selama satu tahun. Bambang telah ditanam setelah lima sampai sepuluh tahun bambu telah menjadi rumpun dan telah siap untuk dipanen. Pemanenan bambu secara intensif, dilakukan pada umur sepuluh tahun. Bambu dipanen pada umur 2 sampai 3 tahun.

Pemanfaatan bambu oleh masyarakat di Kecamatan Tanralili adalah dalam bentuk bambubulat dan bambuolahan seperti meubel, tusuk sate dan anyaman bambu serta rebung. Bambu ini telah memberikan kontribusi terhadap pendapatan petani hutan.

2. Analisis Pendapatan Bambu Bulat Hutan Bambu Rakyat

Tabel 13 menunjukkan hasil analisis pendapatan bambu bulat hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili setiap tahun. Pendapatan total masyarakat dari bambubulat yang terdiri atas 33 KK dengan luas total lahan 16.42 ha dalah Rp. 177,621,000.00 dengan total penerimaan Rp.252,050,000.00 dan total biaya Rp.74,429,000.00 yang terdiri atas biaya pemanenan sebesar Rp. 23,956,000.00 dan biaya upah kerja sebesar Rp. 47,912,000.00. Pendapatan dari bambubulat rata-rata per KK dengan luas total lahan 0.5 ha adalah Rp. 5,382,454.55/KK dengan total penerimaan Rp.7,637,878.79/KK dan total biaya Rp.2,255,424.24/KK yang terdiri atas biaya pemanenan sebesar Rp. 725,939.39/KK dan biaya upah kerja sebesar Rp.1,451,878.79/KK. Berdasarkan produktivitas lahan, pendapatan total bambu bulat yang diusahakan oleh masyarakat adalah adalah Rp. 10,764,909.09/ha dengan total penerimaan Rp.15,275,757,58/ha dan total biaya Rp.4,510,848,48/ha yang terdiri atas biaya pemanenan sebesar Rp 1,451,878.79/ha dan biaya upah kerja sebesar Rp. 2,903,757.58/ha.

Tabel 13 Analisis Pendapatan Bambu Bulat Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

No.	Nama	Penerimaan (Rp.)	Total biaya Pemanenan (Rp.)	Total upah pekerja (Rp.)	Total Biaya (Rp.)	Pendapatan (Rp.)
1	Dg Naja	4,000,000.00	400,000.00	800,000.00	1,200,000.00	2,798,000.00
2	Abdul Hakim	3,900,000.00	390,000.00	780,000.00	1,170,000.00	2,728,000.00
3	Sau	8,000,000.00	800,000.00	1,600,000.00	2,400,000.00	5,598,000.00
4	Fatma	7,750,000.00	775,000.00	1,550,000.00	2,327,000.00	5,423,000.00
5	Muhtar	4,000,000.00	400,000.00	800,000.00	1,200,000.00	2,798,000.00
6	Mansur	9,300,000.00	930,000.00	1,860,000.00	2,792,000.00	6,508,000.00
7	H. Ali	7,750,000.00	775,000.00	1,550,000.00	2,327,000.00	5,423,000.00
8	M. Idris	15,500,000.00	1,550,000.00	3,100,000.00	4,652,000.00	10,848,000.00
9	Esse Dg. Ngiji	3,900,000.00	390,000.00	780,000.00	1,172,000.00	2,728,000.00
10	Dg. Makka	6,200,000.00	620,000.00	1,240,000.00	1,862,000.00	4,338,000.00
11	Suardin	5,000,000.00	500,000.00	1,000,000.00	1,502,000.00	3,498,000.00
12	Syarifuddin Dg. Sore	6,200,000.00	620,000.00	1,240,000.00	1,862,000.00	4,338,000.00
13	Muh. Nur	7,750,000.00	775,000.00	1,550,000.00	2,327,000.00	5,423,000.00
14	Dg. Majid	15,500,000.00	1,550,000.00	3,100,000.00	4,652,000.00	10,848,000.00
15	Mauria	12,400,000.00	1,240,000.00	2,480,000.00	3,722,000.00	8,678,000.00
16	Nursia	7,750,000.00	775,000.00	1,550,000.00	2,327,000.00	5,423,000.00
17	Nurlia	4,650,000.00	465,000.00	930,000.00	1,397,000.00	3,253,000.00
18	Fatahuddin	7,750,000.00	775,000.00	1,550,000.00	2,327,000.00	5,423,000.00
19	Naha	12,500,000.00	1,000.00	2,000.00	2,500,000.00	10,000,000.00
20	Nasaruddin	4,650,000.00	465,000.00	930,000.00	1,397,000.00	3,253,000.00
21	Hasna	4,700,000.00	470,000.00	940,000.00	1,412,000.00	3,288,000.00
22	Abbas	7,750,000.00	775,000.00	1,550,000.00	2,327,000.00	5,423,000.00
23	Nani	4,650,000.00	465,000.00	930,000.00	1,397,000.00	3,253,000.00
24	Selong	4,700,000.00	470,000.00	940,000.00	1,412,000.00	3,288,000.00
25	H. Muis	9,300,000.00	930,000.00	1,860,000.00	2,792,000.00	6,508,000.00
26	Yahya	6,200,000.00	620,000.00	1,240,000.00	1,862,000.00	4,338,000.00
27	Yusuf	12,400,000.00	1,240,000.00	2,480,000.00	3,722,000.00	8,678,000.00
28	Dg Haya	6,200,000.00	620,000.00	1,240,000.00	1,862,000.00	4,338,000.00
29	Dibundu	8,000,000.00	800,000.00	1,600,000.00	2,402,000.00	5,598,000.00
30	Baya	10,000,000.00	1,000,000.00	2,000,000.00	3,002,000.00	6,998,000.00
31	Mariyati	4,700,000.00	470,000.00	940,000.00	1,412,000.00	3,288,000.00
32	Dg Ratu	9,500,000.00	950,000.00	1,900,000.00	2,852,000.00	6,648,000.00
33	Ati	9,500,000.00	950,000.00	1,900,000.00	2,852,000.00	6,648,000.00
	Jumlah Total KK	252,050,000.00	23,956,000.00	47,912,000.00	74,429,000.00	177,621,000.00
	Rata-rata per KK	7,637,878.79	725,939.39	1,451,878.79	2,255,424.24	5,382,454.55
	Rata-rata per ha	15,275,757.58	1,451,878.79	2,903,757.58	4,510,848.48	10,764,909.09

3. Analisis Pendapatan Rebung Bambu Hutan Bambu Rakyat

Tabel 14 menunjukkan hasil analisis pendapatan rebung bambu pada hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili setiap tahun. Pendapatan total masyarakat dari rebung bambu yang terdiri atas 33 KK dengan luas total lahan 16.42 ha adalah Rp.2,480,000.00 dengan total penerimaan Rp.4,600,000.00 dan total biaya Rp.2,120,000.00 yang terdiri atas biaya pemanenan sebesar Rp. 470,000.00 dan biaya peralatan sebesar Rp. 1,650,000.00. Pendapatan dari rebung bambu rata-rata per KK dengan luas total lahan 0.5 ha adalah Rp. 75,151.52/KK dengan total penerimaan Rp.139,393.94/KK dan total biaya Rp.64,242.42/KK yang terdiri atas biaya pemanenan sebesar Rp. 14,242.42/KK dan biaya peralatan sebesar Rp.64,242.42/KK. Berdasarkan produktivitas lahan, pendapatan total rebung bambu yang diusahakan oleh masyarakat adalah Rp. 150,303.03/ha dengan total penerimaan

Rp.278,787.88/ha dan total biaya Rp.128,484.85/ha yang terdiri atas biaya pemanenan sebesar Rp 28,484.85/ha dan biaya peralatan sebesar Rp. 128,484.85/ha.

Tabel 14 Analisis Pendapatan Rebung Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

No.	Nama	Penerimaan (Rp.)	Biaya Pemanenan (Rp.)	Biaya tetap (Rp.)	Total biaya (Rp.)	Pendapatan (Rp.)
1	Dg Naja	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
2	Abdul Hakim	150,000.00	15,000.00	50,000.00	65,000.00	85,000.00
3	Sau	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
4	Fatma	500,000.00	50,000.00	50,000.00	100,000.00	400,000.00
5	Muhtar	150,000.00	15,000.00	50,000.00	65,000.00	85,000.00
6	Mansur	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
7	H. Ali	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
8	M. Idris	200,000.00	20,000.00	50,000.00	70,000.00	130,000.00
9	Esse Dg. Ngiji	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
10	Dg. Makka	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
11	Suardin	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
12	Svarifuddin Dg. Sore	300,000.00	30,000.00	50,000.00	80,000.00	220,000.00
13	Muh. Nur	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
14	Dg. Majid	200,000.00	20,000.00	50,000.00	70,000.00	130,000.00
15	Mauria	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
16	Nursia	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
17	Nurlia	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
18	Fatahuddin	300,000.00	30,000.00	50,000.00	80,000.00	220,000.00
19	Naha	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
20	Nasaruddin	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
21	Hasna	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
22	Abbas	150,000.00	15,000.00	50,000.00	65,000.00	85,000.00
23	Nani	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
24	Selong	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
25	H. Muis	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
26	Yahya	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
27	Yusuf	200,000.00	20,000.00	50,000.00	70,000.00	130,000.00
28	Dg Haya	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
29	Dibundu	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
30	Baya	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
31	Mariyati	150,000.00	15,000.00	50,000.00	65,000.00	85,000.00
32	Dg Ratu	100,000.00	10,000.00	50,000.00	60,000.00	40,000.00
33	Ati	100,000.00	20,000.00	50,000.00	70,000.00	30,000.00
Jumlah Total KK		4,600,000.00	470,000.00	1,650,000.00	2,120,000.00	2,480,000.00
Rata-rata per KK		139,393.94	14,242.42	50,000.00	64,242.42	75,151.52
Rata-rata per ha		278,787.88	28,484.85	100,000.00	128,484.85	150,303.03

4. Analisis Pendapatan Meubel Bambu Hutan Bambu Rakyat

Tabel 15 menunjukkan hasil analisis pendapatan meubel bambu pada hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili setiap tahun. Pendapatan total masyarakat dari meubel bambu yang terdiri atas 33 KK dengan luas total lahan 16.42 ha dalah Rp.15,846,000.00 dengan total penerimaan Rp.19,150,000.00 dan total biaya Rp.3,304,000.00 yang terdiri atas biaya pemanenan sebesar Rp. 864,000.00, biaya tenaga kerja sebesar Rp.1,840,000.00 dan biaya peralatan sebesar Rp. 600,000. Pendapatan dari meubel bambu rata-rata per KK dengan luas total lahan 0.5 ha adalah Rp. 480,181.82/KK dengan total penerimaan Rp.580,303.03/KK dan total

biaya Rp.100,121.21/KK yang terdiri atas biaya pemanenan sebesar Rp. 26,181.82/KK, biaya tenaga kerja sebesar Rp. 59,354.84/KK dan biaya peralatan sebesar Rp.100,121.21/KK. Berdasarkan produktivitas lahan, pendapatan total meubel bambu yang diusahakan oleh masyarakat adalah adalah Rp. 960,363.64/ha dengan total penerimaan Rp.1,160,606.06/ha dan total biaya Rp.200,242.42/ha yang terdiri atas biaya pemanenan sebesar 52,363.64/ha, biaya tenaga kerja sebesar 118,709.68/ha dan biaya peralatan sebesar Rp. 37,500/ha.

Tabel 15 Analisis Pendapatan Meubel Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

No.	Nama	Penerimaan (Rp.)	Biaya Pemanenan (Rp.)	Total Biaya Pemanenan (Rp.)	Biaya Tenaga Kerja (Rp.)	Biaya Alat (Rp.)	Biaya Total (Rp.)	Pendapatan (Rp.)
1	Dg Naja	2,000,000.00	144,000.00	144,000.00	400,000.00	100,000.00	644,000.00	1,356,000.00
2	Abdul Hakim	-	-	-	-	-	-	-
3	Siti	-	-	-	-	-	-	-
4	Fatma	-	-	-	-	-	-	-
5	Muhtar	-	-	-	-	-	-	-
6	Mansur	-	-	-	-	-	-	-
7	H. Ali	-	-	-	-	-	-	-
8	M. Idris	-	-	-	-	-	-	-
9	Esse Dg. Ngaji	6,800,000.00	288,000.00	288,000.00	800,000.00	100,000.00	1,188,000.00	5,612,000.00
10	Dg. Makka	-	-	-	-	-	-	-
11	Suardin	4,800,000.00	144,000.00	144,000.00	400,000.00	100,000.00	644,000.00	4,156,000.00
12	Syarifuddin Dg. Sore	-	-	-	-	-	-	-
13	Muh. Nur	-	-	-	-	-	-	-
14	Dg. Majid	-	-	-	-	-	-	-
15	Mauria	-	-	-	-	-	-	-
16	Nursia	-	-	-	-	-	-	-
17	Nurlia	-	-	-	-	-	-	-
18	Fatahuddin	-	-	-	-	-	-	-
19	Naha	-	-	-	-	-	-	-
20	Nasaruddin	-	-	-	-	-	-	-
21	Hasbia	-	-	-	-	-	-	-
22	Abbas	-	-	-	-	-	-	-
23	Nani	4,800,000.00	144,000.00	144,000.00	-	100,000.00	244,000.00	4,556,000.00
24	Selong	-	-	-	-	-	-	-
25	H. Muhs	-	-	-	-	-	-	-
26	Yahya	-	-	-	-	-	-	-
27	Yusuf	-	-	-	-	-	-	-
28	Dg. Haya	375,000.00	72,000.00	72,000.00	120,000.00	100,000.00	292,000.00	83,000.00
29	Dibundu	375,000.00	72,000.00	72,000.00	120,000.00	100,000.00	292,000.00	83,000.00
30	Bayu	-	-	-	-	-	-	-
31	Mariyani	-	-	-	-	-	-	-
32	Dg. Ram	-	-	-	-	-	-	-
33	Ati	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah Total KK		19,150,000.00	864,000.00	864,000.00	1,840,000.00	600,000.00	3,304,000.00	15,846,000.00
Rata-rata per KK		580,303.03	26,181.82	26,181.82	59,354.84	18,750.00	100,121.21	480,181.82
Rata-rata per ha		1,160,606.06	52,363.64	52,363.64	118,709.68	37,500.00	200,242.42	960,363.64

5. Analisis Pendapatan Tusuk Sate dan Anyaman Bambu Hutan Bambu Rakyat

Tabel 16 menunjukkan hasil analisis pendapatan tusuk sate dan anyaman bambu pada hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili setiap tahun. Pendapatan total masyarakat dari meubel bambu yang terdiri atas 33 KK dengan luas total lahan 16.42 ha adalah Rp.22,572,000.00 dengan total penerimaan Rp.28,224,000.00 dan total biaya Rp.5,652,000.00 yang terdiri atas biaya pemanenan sebesar Rp2,352,000.00 biaya tenaga kerja sebesar Rp.3,136,000.00 dan biaya peralatan sebesar Rp. 500,000.00.

Pendapatan dari tusuk sate dan anyaman bamburata-rata per KK dengan luas total lahan 0.5 ha adalah Rp. 684,000.00/KK dengan total penerimaan Rp.855,272.73/KK dan total biaya Rp.171,272.73/KK yang terdiri atas biaya pemanenan sebesar Rp. 71,272.73/KK, biaya tenaga kerja sebesar Rp. 101,161.29/KK dan biaya peralatan sebesar Rp.15,625.00/KK. Berdasarkan produktivitas lahan, pendapatan total tusuk sate dan anyaman bambuyang diusahakan oleh masyarakat adalah adalah Rp. 1,368,000.00/ha dengan total penerimaan Rp.1,710,545.45/ha dan total biaya Rp.342,545.45/ha yang terdiri atas biaya pemanenan sebesar 142,545.45/ha, biaya tenaga kerja sebesar 202,322.58/ha dan biaya peralatan sebesar Rp. 31,250.00/ha.

Tabel 16 Analisis Pendapatan Tusuk Sate dan Anyaman Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

No.	Nama	Penerimaan (Rp.)	Total Biaya Pemanenan (Rp.)	Biaya Tenaga Kerja (Rp.)	Biaya Alat (Rp.)	Biaya Total (Rp.)	Pendapatan (Rp.)
1	Dg Naja	4,704,000.00	336,000.00	784,000.00	100,000.00	1,220,000.00	3,484,000.00
2	Abdul Hakim	-	-	-	-	-	-
3	Sau	-	-	-	-	-	-
4	Fatma	-	-	-	-	-	-
5	Muhtar	-	-	-	-	-	-
6	Mansur	-	-	-	-	-	-
7	H. Ali	-	-	-	-	-	-
8	M. Idris	-	-	-	-	-	-
9	Esse Dz. Neji	-	-	-	-	-	-
10	Dg. Makka	-	336,000.00	-	-	-	-
11	Suardin	4,704,000.00	336,000.00	784,000.00	100,000.00	1,220,000.00	3,484,000.00
12	Svarifuddin Dg. Sore	-	-	-	-	-	-
13	Muh. Nur	-	-	-	-	-	-
14	Dg. Majid	-	-	-	-	-	-
15	Mauria	4,704,000.00	336,000.00	-	-	336,000.00	4,368,000.00
16	Nursia	-	-	-	-	-	-
17	Nurlia	-	-	-	-	-	-
18	Fatahuddin	-	-	-	-	-	-
19	Naha	-	-	-	-	-	-
20	Nasaruddin	-	-	-	-	-	-
21	Hasna	-	-	-	-	-	-
22	Abbas	-	-	-	-	-	-
23	Naini	4,704,000.00	336,000.00	-	100,000.00	436,000.00	4,268,000.00
24	Selong	-	-	-	-	-	-
25	H. Muis	-	-	-	-	-	-
26	Yahya	-	-	-	-	-	-
27	Yusuf	-	-	-	-	-	-
28	Dg Haya	4,704,000.00	336,000.00	784,000.00	100,000.00	1,220,000.00	3,484,000.00
29	Dibundu	4,704,000.00	336,000.00	784,000.00	100,000.00	1,220,000.00	3,484,000.00
30	Bayu	-	-	-	-	-	-
31	Maryati	-	-	-	-	-	-
32	Dg. Ratu	-	-	-	-	-	-
33	Ali	-	-	-	-	-	-
Jumlah Total KK		28,224,000.00	2,352,000.00	3,136,000.00	500,000.00	5,652,000.00	22,572,000.00
Rata-rata per KK		855,272.73	71,272.73	101,161.29	15,625.00	171,272.73	684,000.00
Rata-rata per ha		1,710,545.45	142,545.45	202,322.58	31,250.00	342,545.45	1,368,000.00

6. Analisis Pendapatan Total Produk Bambu Hutan Bambu Rakyat

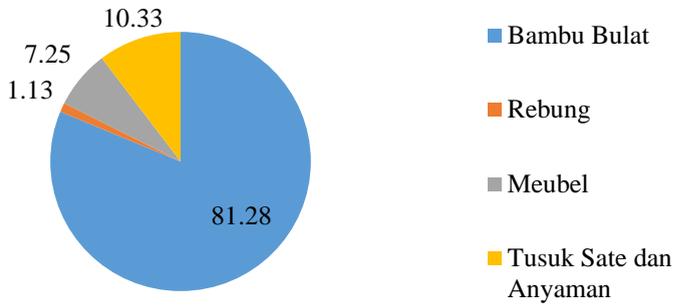
Tabel 17 menunjukkan Rekapitulasi pendapatan total dari produk bambu hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili dalam satu tahun. Berdasarkan Tabel 9.11, pendapatan total masyarakat

dari produk bambu yang terdiri atas 33 KK dengan luas total lahan 16.42 ha dalah Rp.218,519,000.00. Pendapatan produk bambu rata-rata per KK dengan luas total lahan 0.5 ha adalah Rp. 6,621,787.88/KK. Berdasarkan produktivitas lahan, pendapatan total bambu yang diusahakan oleh masyarakat adalah adalah Rp. 13,243,575.76/ha.

Tabel 17 Analisis Pendapatan Total dari Produk Bambu Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

No.	Nama	Pendapatan dari Produk Bambu					Total (Rp.)
		Bambu Bulat (Rp.)	Rebung (Rp.)	Meubel (Rp.)	Tusuk Sate dan Anyaman (Rp.)		
1	Dg Naja	2,798,000.00	40,000.00	1,356,000.00	3,484,000.00	-	7,678,000.00
2	Abdul Hakim	2,728,000.00	85,000.00	-	-	-	2,813,000.00
3	Sau	5,598,000.00	40,000.00	-	-	-	5,638,000.00
4	Fatma	5,423,000.00	400,000.00	-	-	-	5,823,000.00
5	Muhtar	2,798,000.00	85,000.00	-	-	-	2,883,000.00
6	Mansur	6,508,000.00	40,000.00	-	-	-	6,548,000.00
7	H. Ali	5,423,000.00	40,000.00	-	-	-	5,463,000.00
8	M. Idris	10,848,000.00	130,000.00	-	-	-	10,978,000.00
9	Esse Dg. Ngiji	2,728,000.00	40,000.00	5,612,000.00	-	-	8,380,000.00
10	Dg. Makka	4,338,000.00	40,000.00	-	-	-	4,378,000.00
11	Suardin	3,498,000.00	40,000.00	4,156,000.00	3,484,000.00	-	11,178,000.00
12	Svarifuddin Dg. Sore	4,338,000.00	220,000.00	-	-	-	4,558,000.00
13	Muh. Nur	5,423,000.00	40,000.00	-	-	-	5,463,000.00
14	Dg. Majid	10,848,000.00	130,000.00	-	-	-	10,978,000.00
15	Mauria	8,678,000.00	40,000.00	-	4,368,000.00	-	13,086,000.00
16	Nursia	5,423,000.00	40,000.00	-	-	-	5,463,000.00
17	Nurhia	3,253,000.00	40,000.00	-	-	-	3,293,000.00
18	Fatahuddin	5,423,000.00	220,000.00	-	-	-	5,643,000.00
19	Naha	10,000,000.00	40,000.00	-	-	-	10,040,000.00
20	Nasaruddin	3,253,000.00	40,000.00	-	-	-	3,293,000.00
21	Hasna	3,288,000.00	40,000.00	-	-	-	3,328,000.00
22	Abbas	5,423,000.00	85,000.00	-	-	-	5,508,000.00
23	Nani	3,253,000.00	40,000.00	4,556,000.00	4,268,000.00	-	12,117,000.00
24	Selong	3,288,000.00	40,000.00	-	-	-	3,328,000.00
25	H. Muis	6,508,000.00	40,000.00	-	-	-	6,548,000.00
26	Yahya	4,338,000.00	40,000.00	-	-	-	4,378,000.00
27	Yusuf	8,678,000.00	130,000.00	-	-	-	8,808,000.00
28	Dg Haya	4,338,000.00	40,000.00	83,000.00	3,484,000.00	-	7,945,000.00
29	Dibundu	5,598,000.00	40,000.00	83,000.00	3,484,000.00	-	9,205,000.00
30	Baya	6,998,000.00	40,000.00	-	-	-	7,038,000.00
31	Mariyati	3,288,000.00	85,000.00	-	-	-	3,373,000.00
32	Dg Ratu	6,648,000.00	40,000.00	-	-	-	6,688,000.00
33	Ati	6,648,000.00	30,000.00	-	-	-	6,678,000.00
Jumlah Total KK		177,621,000.00	2,480,000.00	15,846,000.00	22,572,000.00	-	218,519,000.00
Rata-rata per KK		5,382,454.55	75,151.52	480,181.82	684,000.00	-	6,621,787.88
Rata-rata per ha		10,764,909.09	150,303.03	960,363.64	1,368,000.00	-	13,243,575.76

Gambar 22, menunjukkan persentase pendapatan dari produk bambu hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili. Berdasarkan Gambar 22, produk bambu yang paling banyak berkontribusi terhadap pendapatan masyarakat dari usaha bambu adalah bambu bulat yaitu sekitar 81.28%, kemudian tusuk sate dan anyaman sekitar 10.33%, meubel sekitar 7.25% dan rebung sekitar 1.13%.



Gambar 22 Persentase Pendapatan dari Produk Bambu Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

19.4 Analisis Tingkat Ketergantungan Produk Bambu Hutan Bambu Rakyat

Hutan bambu rakyat telah banyak berkontribusi terhadap pendapatan masyarakat petani hutan. Tabel 18 menunjukkan persentase kontribusi total hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili. Berdasarkan Tabel 18, pendapatan total petani dalam satu tahun berkisar antara Rp. 6,000,000.00 sampai dengan Rp.48,000,000.00/KK per tahun dengan pendapatan rata-rata Rp. 14,621,212.12/KK per tahun. Pendapatan dari usaha bambu berkisar antara Rp. 2,813,000.00 sampai dengan Rp. 13,086,000.00/KK per tahun dengan rata-rata sekitar Rp.6,621,787.88/KK per tahun. Persentase kontribusi pendapat dari usaha bambu terhadap pendapatan total berkisar antara 6.86 sampai dengan 94.05% dengan rata-rata 60.35%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat ketergantungan masyarakat terhadap hutan bambu rakyat tergolong tinggi. Pengeluaran rata-rata petani hutan untuk biaya hidup dalam satu tahun berkisar antara Rp. 8,769,696.97 per tahun. Biaya hidup ini terutama untuk memenuhi kebutuhan harian rumah tangga petani hutan. Kebutuhan ini terdiri atas: pangan (beras dan lauk pauk), bahan bakar (kayu bakar dan kompor gas)

sebagai bahan bakar yang digunakan untuk keperluan memasak, pelengkap (teh/susu, kopi dan gula) dan pendidikan anak.

Tabel 18 Analisis Persentase Kontribusi Total Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

No.	Nama	Pendapatan Total (Rp.)	Pendapatan Bambu (Rp.)	Pendapatan Non Bambu (Rp.)	Pemeliharaan Total (Rp.)	Persentase Kontribusi (%)	Pendapatan Bersih (Rp.)
1	Dz Naja	12,000,000.00	7,678,000.00	4,322,000.00	6,000,000.00	63.98	6,000,000.00
2	Abdul Hakim	6,000,000.00	2,813,000.00	3,187,000.00	3,600,000.00	46.88	2,400,000.00
3	Ssu	12,000,000.00	6,638,000.00	5,362,000.00	6,000,000.00	49.98	6,000,000.00
4	Fatma	10,000,000.00	5,823,000.00	4,177,000.00	4,800,000.00	58.23	5,200,000.00
5	Muharr	42,000,000.00	2,883,000.00	39,117,000.00	24,000,000.00	6.86	18,000,000.00
6	Mansur	9,000,000.00	6,548,000.00	2,452,000.00	6,000,000.00	83.85	2,000,000.00
7	H. Ali	9,000,000.00	5,463,000.00	3,537,000.00	6,000,000.00	60.70	3,000,000.00
8	M. Idris	15,000,000.00	10,978,000.00	4,022,000.00	12,000,000.00	73.19	3,000,000.00
9	Esse De Netti	10,000,000.00	4,380,000.00	5,620,000.00	6,000,000.00	83.80	4,000,000.00
10	Dy. Meks	6,000,000.00	4,378,000.00	1,622,000.00	3,600,000.00	72.97	2,400,000.00
11	Saardin	15,000,000.00	11,178,000.00	3,822,000.00	12,000,000.00	74.52	3,000,000.00
12	Syarifuddin Dy. Sore	6,000,000.00	4,558,000.00	1,442,000.00	3,600,000.00	75.97	2,400,000.00
13	Moh. Nur	10,000,000.00	4,461,000.00	5,539,000.00	4,800,000.00	58.63	5,200,000.00
14	Dy. Majid	15,000,000.00	10,978,000.00	4,022,000.00	9,600,000.00	73.19	5,400,000.00
15	Mauri	15,000,000.00	13,086,000.00	1,914,000.00	6,000,000.00	87.24	9,000,000.00
16	Nurita	5,000,000.00	3,463,000.00	1,537,000.00	6,000,000.00	72.84	1,500,000.00
17	Nurita	40,000,000.00	3,293,000.00	36,707,000.00	24,000,000.00	8.23	16,000,000.00
18	Fatahuddin	6,000,000.00	5,643,000.00	357,000.00	4,800,000.00	94.05	1,200,000.00
19	Naha	12,000,000.00	10,040,000.00	1,960,000.00	9,600,000.00	83.67	2,400,000.00
20	Nasrudin	6,000,000.00	3,293,000.00	2,707,000.00	4,800,000.00	54.88	2,400,000.00
21	Hasan	6,000,000.00	3,328,000.00	2,672,000.00	3,600,000.00	55.47	2,400,000.00
22	Abbas	6,000,000.00	5,508,000.00	492,000.00	3,600,000.00	91.80	2,400,000.00
23	Nam	15,000,000.00	12,117,000.00	2,883,000.00	8,400,000.00	80.78	6,600,000.00
24	Selone	6,000,000.00	3,328,000.00	2,672,000.00	3,600,000.00	55.47	2,400,000.00
25	H. Muhs	7,000,000.00	6,548,000.00	452,000.00	4,800,000.00	93.54	2,200,000.00
26	Yahya	6,000,000.00	4,378,000.00	1,622,000.00	3,600,000.00	72.97	2,400,000.00
27	Yusef	12,000,000.00	8,803,000.00	3,197,000.00	4,800,000.00	73.40	7,200,000.00
28	Dz. Haya	48,000,000.00	7,945,000.00	40,055,000.00	24,000,000.00	16.55	24,000,000.00
29	Dihendu	30,000,000.00	9,205,000.00	20,795,000.00	18,000,000.00	30.68	12,000,000.00
30	Baya	30,000,000.00	7,038,000.00	22,962,000.00	18,000,000.00	23.46	12,000,000.00
31	Mariyati	30,000,000.00	3,373,000.00	26,627,000.00	18,000,000.00	11.24	12,000,000.00
32	Dz. Ratu	12,000,000.00	6,688,000.00	5,312,000.00	8,400,000.00	55.73	3,600,000.00
33	Ah	12,000,000.00	6,678,000.00	5,322,000.00	8,400,000.00	55.65	3,600,000.00
	Jumlah Total KK	485,500,000.00	218,439,000.00	267,061,000.00	399,400,000.00	1,991.41	191,000,000.00
	Rata-rata per KK	14,621,212.12	6,621,787.88	7,999,424.24	8,769,696.97	60.35	5,851,515.15

19.5. Analisis Finansial Pembangunan Hutan Bambu Rakyat

Menurut Husnan dan Muhamad (2000) menyatakan bahwa studi kelayakan proyek adalah penelitian tentang dapat tidaknya suatu proyek (biasanya merupakan proyek investasi) dilaksanakan dengan berhasil. Pada umumnya studi kelayakan proyek akan menyangkut tiga aspek, yaitu: 1) Manfaat ekonomis proyek tersebut bagi proyek itu sendiri (sering juga disebut sebagai manfaat finansial). Yang berarti apakah proyek itu dipandang cukup menguntungkan apabila dibandingkan dengan risiko proyek tersebut. 2) Manfaat ekonomis proyek tersebut bagi negara tempat proyek itu dilaksanakan (sering juga disebut sebagai manfaat ekonomi nasional). Yang menunjukkan manfaat proyek tersebut bagi ekonomi makro suatu negara. 3) Manfaat sosial proyek tersebut bagi masyarakat sekitar proyek tersebut. Ini merupakan studi yang relatif paling sulit untuk dilakukan.

Semakin sederhana proyek yang akan dilaksanakan, semakin sederhana pula lingkup penelitian yang akan dilakukan. Bahkan banyak proyek-proyek investasi yang mungkin tidak pernah dilakukan studi kelayakan secara formal, tetapi ternyata kemudian terbukti berjalan dengan baik pula

Menurut Husnan dan Muhamad (2000), tujuan dilakukannya studi kelayakan adalah untuk menghindari keterlanjuran penanaman modal yang terlalu besar untuk kegiatan yang ternyata tidak menguntungkan. Tentu saja studi kelayakan ini akan memakan biaya, tetapi biaya tersebut relatif kecil apabila dibandingkan dengan risiko kegagalan suatu proyek yang menyangkut investasi dalam jumlah besar. Menurut Husnan dan Muhamad (2000), tujuan yang paling tepat dari pengambilan keputusan untuk melakukan investasi adalah untuk memaksimalkan nilai pasar modal sendiri (saham).

Menurut Husnan (2000), untuk melakukan studi kelayakan, terlebih dahulu harus ditentukan aspek-aspek apa saja yang akan dipelajari, walaupun belum ada kesepakatan tentang aspek apa saja yang perlu diteliti, tetapi pada umumnya penelitian akan dilakukan terhadap aspek-aspek pasar, teknis keuangan, hukum dan ekonomi negara. Tergantung pada besar kecilnya dana yang tertanam dalam investasi tersebut, maka terkadang juga ditambah studi tentang dampak sosial.

Analisis finansial adalah analisis dimana suatu proyek dilihat dari sudut badan-badan atau orang-orang yang menanam modalnya dalam proyek atau yang berkepentingan langsung dalam proyek. Dalam analisis finansial yang diperhatikan ialah hasil untuk modal saham (*equality capital*) yang ditanam dalam proyek, ialah hasil yang harus diterima oleh para petani, pengusaha, perusahaan swasta, suatu badan pemerintah, atau siapa saja yang berkepentingan dalam pembangunan proyek. Hasil finansial sering

juga disebut “*private returns*” (Kadariah *et al.*, 1999). Cara menilai aspek financial suatu proyek yang paling banyak diterima untuk penilaian proyek jangka panjang adalah dengan menggunakan *Discounted Cash Flow Analysis* (DCF) atau analisis aliran kas yang didiskonto (Darusman 1981). Tujuan menganalisis aspek keuangan dari suatu studi kelayakan proyek bisnis adalah untuk menentukan rencana investasi melalui perhitungan biaya dan manfaat yang diharapkan, dengan membandingkan antara pengeluaran dan pendapatan, seperti ketersediaan dana, biaya modal, kemampuan proyek untuk membayar kembali dana tersebut dalam waktu yang telah ditentukan dan menilai apakah proyek akan dapat berkembang terus (Umar 2002).

Dalam analisis finansial terdapat kriteria kelayakan investasi. Menurut Gittinger (1986) menyebutkan bahwa dana yang diinvestasikan itu layak atau tidak akan diukur melalui kriteria investasi itu *Net Present Value*, *Net Benefit Cost Ratio*, dan *Internal Rate of Return*.

NPV merupakan selisih antara *present value* dari *benefit* dan *present value* dari biaya (Kadariah *et al.* 1999). Kriteria yang digunakan dalam menilai suatu proyek adalah bila NPV positif berarti menguntungkan dan NPV negatif menunjukkan kerugian (Soekartawi 1996). Jika $NPV > 0$ maka proyek tersebut dapat diterima. Jika $NPV = 0$ maka proyek tersebut mengembalikan persis sebesar *social opportunity cost of capital*. Jika $NPV < 0$, proyek ditolak artinya ada penggunaan lain yang lebih menguntungkan untuk sumber-sumber yang diperlukan proyek (Kadariah *et al.* 1999).

IRR adalah tingkat bunga yang menghasilkan NPV sama dengan nol. Besarnya tingkat bunga yang menjadikan $NPV = 0$ itulah yang disebut IRR dari suatu proyek. Kriteria untuk menetapkan kelayakan suatu proyek ialah bila IRR lebih besar dari tingkat bunga yang berlaku ($IRR > i$) (Soekartawi 1996). Jika nilai IRR

dari suatu proyek sama dengan nilai i yang berlaku sebagai *social discount rate*, maka NPV dari proyek itu adalah sebesar 0 artinya proyek dapat dilaksanakan. jika $IRR < \text{social discount rate}$, berarti $NPV < 0$ maka proyek sebaiknya tidak dilaksanakan (Kadariah *et al.* 1999).

BCR adalah rasio manfaat terhadap biaya. Rasio ini diperoleh bila nilai sekarang arus manfaat dibagi dengan nilai sekarang arus biaya. Suatu proyek dapat dikatakan bermanfaat apabila nilai manfaat (B) lebih besar dari biaya (C) yang dikeluarkan. Kriteria yang dipakai untuk menyatakan suatu usaha tani memberikan manfaat kalau memiliki nilai $BCR > 1$ (Soekartawi 2002). Menurut Kadariah *et al.* (1999), jika nilai $BCR > 1$ berarti $NPV > 0$ suatu proyek layak untuk dijalankan. Sedangkan jika $BCR < 1$ maka suatu proyek tidak layak untuk dijalankan

Analisis financial pembangunan hutan rakyat dilakukan untuk melihat kelayakan investasi usaha budidaya bambupada hutan rakyat. Dalam analisis financial ini dilakukan dengan pendekatan produktivitas lahan satu hektar. Nilai penerimaan dan biaya yang digunakan untuk menghitung aspek financial hutan bambusatu hektar ini dihitung dari nilai total penerimaan dan biaya terhadap total luas lahan responden. Tingkat suku bunga yang digunakan adalah 6% (berdasarkan suku bunga rata-rata bank) dan masa investasi lahan adalah 20 tahun. Dalam analisis financial ini, tidak ada sewa lahan karena semua responden yang diwawancari adalah pemilik lahan. Oleh karena itu, dalam analisis financial ini komponen biaya lahan tidak dimasukkan aspek finansial ini dapat lebih memberikan rekomendasi terhadap pilihan penggunaan lahan di masa datang oleh masyarakat.

Tabel 19 Analisis Cash Flow Pembangunan Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

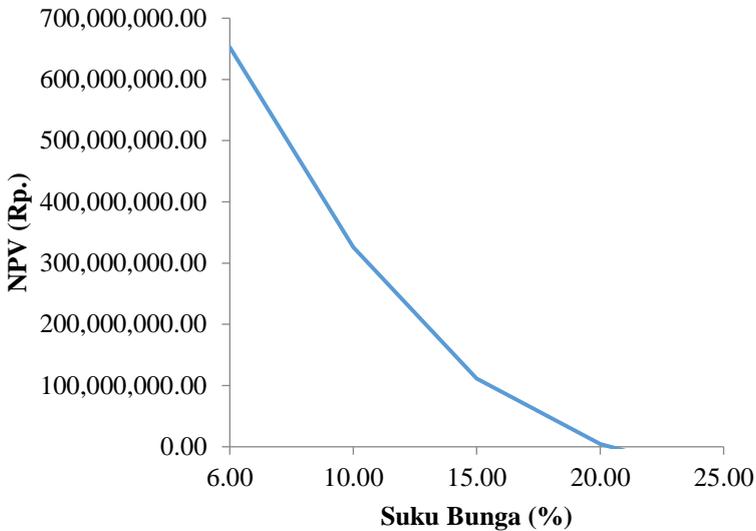
Tahun ke-	Pendapatan(Rp) (Rt)	Pengeluaran(Rp)		DF= $1/(1+i)^j$	Rt x DF		Ct x DF		Cash flow (Rp)
		(Ct)			(Rp)		(Rp)		
1	0.00	5,817,037.72		1.00	0.00	5,817,037.72	-5,817,037.72		
2	0	1,214,545		0.94	0.00	1,145,797.60	-1,145,797.60		
3	0	1,214,545		0.89	0.00	1,080,941.13	-1,080,941.13		
4	0	1,214,545		0.84	0.00	1,019,755.78	-1,019,755.78		
5	0	1,214,545		0.79	0.00	962,033.76	-962,033.76		
6	0	1,214,545		0.75	0.00	907,579.02	-907,579.02		
7	0	1,214,545		0.70	0.00	856,206.62	-856,206.62		
8	0	1,214,545		0.67	0.00	807,742.09	-807,742.09		
9	0	1,214,545		0.63	0.00	762,020.84	-762,020.84		
10	18,425,697	6,396,667		0.59	10,906,141.73	3,786,177.17	7,119,964.55		
11	18,425,697	6,396,667		0.56	10,288,812.95	3,571,865.26	6,716,947.69		
12	18,425,697	6,396,667		0.53	9,706,427.31	3,369,684.20	6,336,743.11		
13	18,425,697	6,396,667		0.50	9,157,006.90	3,178,947.36	5,978,059.53		
14	18,425,697	6,396,667		0.47	8,638,685.75	2,999,006.95	5,639,678.81		
15	18,425,697	6,396,667		0.44	8,149,703.54	2,829,251.84	5,320,451.70		
16	18,425,697	6,396,667		0.42	7,688,399.57	2,669,105.51	5,019,294.06		
17	18,425,697	6,396,667		0.39	7,253,207.14	2,518,024.06	4,735,183.08		
18	18,425,697	6,396,667		0.37	6,842,648.24	2,375,494.40	4,467,153.84		
19	18,425,697	6,396,667		0.35	6,455,328.53	2,241,032.45	4,214,296.08		
20	18,425,697	6,396,667		0.33	6,089,932.58	2,114,181.56	3,975,751.02		
Jumlah (Rp)						91,176,294.22	45,011,885.32	46,164,408.90	

Tabel 9.12 menunjukkan hasil analisis cash flow pembangunan hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili. Berdasarkan Tabel 9.12, dalam masa pengelolaan 20 tahun, pembangunan hutan bambu rakyat seluas satu hektar akan menghasilkan penerimaan sekitar Rp.91,176,294.22 dengan biaya sekitar Rp. 45,011,885.32 dengan pendapatan sekitar Rp 46,164,408.90.

Tabel 20 Analisis Finansial Pembangunan Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

No.	Kriteria Investasi	Kriteria Kelayakan	Analisis Finansial Pembangunan Hutan Bambu	Keputusan
1	Net Present Value (NPV)	> 0	46,164,408.90	Layak (<i>Feseable</i>)
2	Benefit Cost Ratio (BCR)	> 1	2.03	Layak (<i>Feseable</i>)
3	Internal Rate of Return (IRR)	> Suku Bunga (6 %)	20.31	Layak (<i>Feseable</i>)

Tabel 9.13. menunjukkan analisis finansial pembangunan hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili. Berdasarkan Tabel 4.15, besarnya nilai NPV, BCR dan IRR pembangunan hutan bambu rakyat seluas satu hektar adalah berturut-turut Rp. 46,164,408.90; 2.03 dan 20.31%.



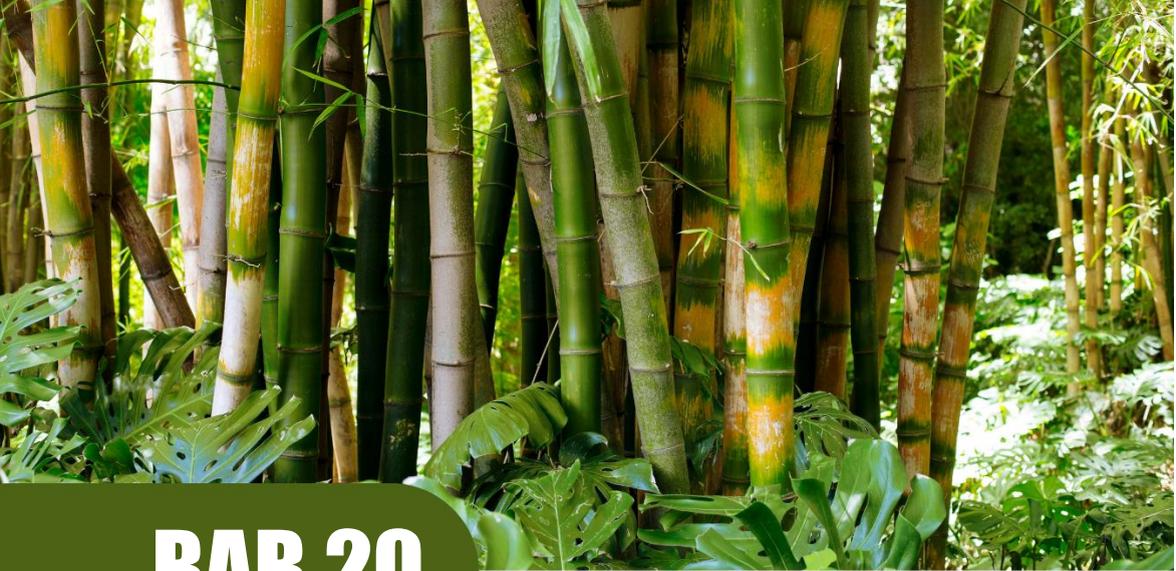
Gambar 23 Nilai IRR dengan interpolasi Nilai NPV

NPV positif sebesar Rp 46,164,408.90 artinya pada suatu periode selama kurun waktu 20 tahun dapat memberikan keuntungan sebesar 46,164,408.90/ha. Nilai BCR yang diperoleh sebesar 2.03, ini berarti setiap pengeluaran Rp 1,- akan menghasilkan manfaat (benefit) sebesar Rp 2.03. Tingkat IRR pada pembangunan hutan bambu rakyat ini sebesar 20.31% (Gambar 9.6.) lebih tinggi dari suku bunga yang digunakan (6%). Analisis ini dapat disimpulkan bahwa pembangunan hutan bambu rakyat berdasarkan pendekatan produktivitas lahan dan pendekatan harga pasar sebenarnya secara finansial menguntungkan dan layak diusahakan dengan tingkat pengembalian modal sebesar 20.31%.

19.6. Analisis Pemasaran Produk Bambu

Pola pemasaran produk bambu rakyat di Kecamatan tanralili dilakukan oleh 4 tingkat rantai pemasaran (pelaku usaha). Pelaku usaha yang terlibat dalam pemasaran bambu rakyat antara lain:

1. Produsen (petani bambu)
Sebagian besar petani pemilik lahan merupakan produsen bambu. Petani memproduksi tanaman bambu apabila tanaman bambu telah berumur 2-3 tahun.
2. Konsumen I (pedagang pengumpul bambu)
Konsumen I atau pedagang pengumpul merupakan sekelompok atau individu dari lapisan masyarakat sekitar yang memperoleh bambu dari petani sebelum di olah oleh pihak industri atau konsumen II. Pedagang pengumpul ini mendapatkan bambu dengan harga pembelian langsung dari petani. Kemudian menjualnya kembali kepada konsumen II atau pihak industri.
3. Konsumen II (industri)
Konsumen II merupakan industri pengolah bambu yang berada di kecamatan tanralili. Industri ini menerima bambu dari petani bambu yang merupakan sebagai bahan baku industri yang kemudian diolah dalam bentuk produk jadi yang siap untuk dipasarkan.
4. Konsumen akhir
Konsumen akhir dalam penelitian ini adalah pemakai/pengguna produk bambu. Konsumen membeli produk dari industri baik secara eceran ataupun dalam jumlah banyak. Pemasaran bambu di Kecamatan tanralili mempunyai pola distribusi. dimana lembaga pemasarannya terdiri dari produsen (petani bambu), konsumen I (pedagang pengumpul), konsumen II (industri) dan konsumen akhir. Berdasarkan data di lapangan, diketahui bahwa konsumen I (pedagang pengumpul membeli bambu dari petani. Kemudian konsumen I menjual bambu ke konsumen II (industri). Setelah itu pihak konsumen II mengolah bambu menjadi produk yang kemudian dijual ke konsumen akhir.



BAB 20

PENGELOLAAN HUTAN BAMBU BERKELANJUTAN (STUDI KASUS HUTAN BAMBU RAKYAT DI KECAMATAN TANRALILI, KABUPATEN MAROS)

20.1. Potensi Tegakan Bambu Parring

BERDASARKAN analisis peta wilayah Kecamatan Tanralili dan kawasan hutannya, diketahui bahwa wilayah ini memiliki luas sebesar 7.481,55 hektar, yang terdiri dari Areal Penggunaan Lain (APL) seluas 6.951,59 hektar dan Kawasan Hutan seluas 539,96 hektar. Hasil penafsiran citra ALOS AVNIR-2 tahun 2011 menunjukkan bahwa luas tegakan bambu mencapai 2.324,31 hektar, yang sebagian besar tersebar di APL. Kawasan ini

mencakup lahan milik masyarakat dalam bentuk tegakan hutan bambu, kebun campuran, rumah kebun (home garden), area sepanjang aliran sungai, dan sebagian kecil berada dalam kawasan hutan (Baharuddin, 2013).

Potensi tegakan bambu parring (*Gigantochloa atter*) pada hutan rakyat di Kecamatan Tanralili, Kabupaten Maros ditunjukkan dari hasil survei pada 10 plot yang menunjukkan kisaran jumlah tegakan bambu antara 278 hingga 617 batang, dengan rata-rata sebanyak 460 batang per plot (Tabel 21). Secara keseluruhan, potensi total tegakan bambu parring di wilayah ini diperkirakan mencapai 4.600 batang per hektar, dengan jumlah rumpun sebanyak 192 per hektar dan rata-rata jumlah batang per rumpun sebanyak 24 batang. Jumlah ini menunjukkan penurunan dibandingkan hasil penelitian Muin dkk. (2006), yang mencatat potensi bambu parring mencapai 6.729 batang per hektar. Penurunan sebesar 2.129 batang ini terjadi dalam kurun waktu enam tahun dan menunjukkan bahwa pengelolaan tegakan bambu di Kecamatan Tanralili belum dilakukan secara lestari.

Komposisi umur tegakan juga menunjukkan adanya indikasi over-pemanenan, terutama pada batang bambu berumur 2 hingga 3 tahun yang hanya berjumlah 1.229 batang per hektar, lebih sedikit dibandingkan bambu berumur ≥ 3 tahun yang berjumlah 1.549 batang per hektar. Rata-rata pertumbuhan tahunan (riap tahunan) bambu sebesar 1.822 batang per hektar per tahun menjadi indikator jumlah maksimum bambu yang dapat dipanen secara berkelanjutan agar kelestarian hutan bambu tetap terjaga (maximum sustainable yield). Hal ini sangat berbeda dengan temuan Muin dkk. (2006), yang menyatakan bahwa tingkat pemanenan yang lestari hanya berkisar antara 50–75% dari riap tahunan. Rendahnya potensi tegakan ini disebabkan oleh buruknya sistem pengelolaan hutan bambu rakyat. Salah satu indikasinya adalah sistem penjualan rumpun atau tegakan bambu secara

langsung kepada pedagang, yang kemudian menyimpan bambu hingga mencapai usia dewasa (≥ 3 tahun) untuk dijual saat harga tinggi, sehingga menyebabkan ketidakseimbangan dalam struktur umur tegakan bambu.

Berdasarkan komposisi umur tegakan, diketahui bahwa jumlah batang bambu berumur 3 tahun mencapai 1.549 batang per hektar, sedangkan jumlah batang berumur 2–3 tahun hanya 1.229 batang per hektar. Perbedaan ini mengindikasikan adanya praktik pemanenan berlebihan (*over-pemanenan*) pada bambu berumur produktif 2–3 tahun. Padahal, berdasarkan pertumbuhan tahunan atau riap tahunan bambu yang mencapai 1.822 batang per hektar per tahun, jumlah tersebut seharusnya menjadi batas maksimal pemanenan (*maximum sustainable yield*) untuk menjaga kelestarian dan keberlanjutan hutan bambu rakyat. Temuan ini berbeda dengan hasil penelitian Muin dkk. (2006) yang menunjukkan bahwa jumlah bambu yang sebaiknya dipanen berdasarkan riap hanya berkisar 50–75% saja. Rendahnya potensi tegakan bambu saat ini juga disebabkan oleh pengelolaan hutan bambu rakyat yang belum optimal. Salah satu indikasinya adalah adanya sistem penjualan rumpun atau tegakan secara langsung kepada pedagang, di mana pedagang cenderung membiarkan tegakan bambu tumbuh lebih lama hingga berumur lebih dari tiga tahun untuk mendapatkan harga jual yang lebih tinggi. Akibatnya, jumlah batang tua meningkat, dan struktur umur tegakan menjadi tidak seimbang, yang dapat mengancam keberlanjutan produksi bambu di masa mendatang.

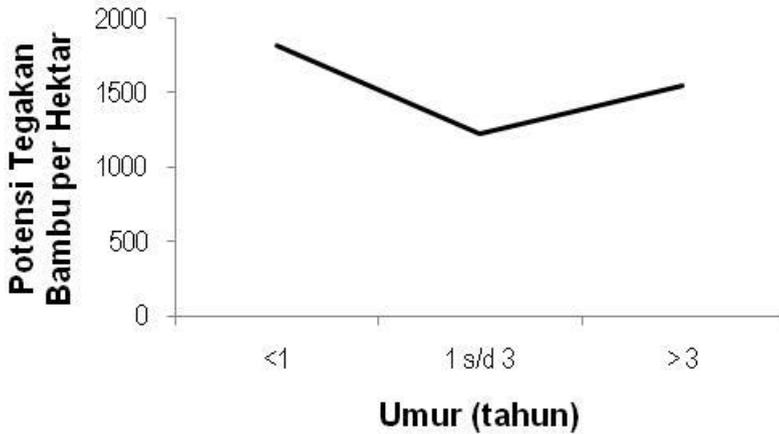
Tabel 21 Potensi Tegakan Bambu Parring pada Hutan Rakyat di Kecamatan Tanralili, Kabupaten Maros

No Plot	Jumlah Rumpun	Jumlah Batang				Batang per rumpun
		≤1	1-3'	≥3	Total	
1	18.5	216	85	142	443	23.95
2	17	172	78	131	381	22.41
3	20.5	100	79	99	278	13.56
4	19.5	143	188	177	508	26.05
5	19	197	191	182	570	30
6	18.5	242	238	137	617	33.35
7	19	197	132	146	475	25
8	20	182	87	169	438	21.9
9	19.5	201	81	252	534	27.38
10	20	172	70	114	356	17.8
Total	191.5	1822	1229	1549	4600	24.02
Rata-Rata per Plot	19.15	182.2	122.9	154.9	460	
Total per ha	192	1822	1229	1549	4600	

20.2. Pola Pemanenan Bambu

Pola pemanenan bambu di hutan rakyat Kecamatan Tanralili dapat dianalisis melalui potensi standing stock yang tersedia. Berdasarkan Gambar 24, terlihat bahwa terjadi penebangan yang sangat intensif pada bambu berumur 1 hingga 3 tahun. Penebangan yang tidak terkendali ini menyebabkan penurunan potensi bambu secara signifikan, yang mencerminkan bahwa pengelolaan hutan bambu rakyat di wilayah tersebut belum menerapkan prinsip-prinsip pengelolaan hutan lestari (sustainable forest management). Tingginya permintaan pasar terhadap bambu, baik untuk keperluan penyangga pengecoran bangunan, industri rumah tangga, kerajinan tangan, maupun kebutuhan budaya, mendorong masyarakat untuk memanen bambu dalam jumlah besar secara terus-menerus untuk dijual kepada distributor dan konsumen. Di sisi lain, tingginya jumlah tegakan bambu berumur lebih dari tiga tahun disebabkan oleh pola penjualan yang umum dilakukan oleh petani kepada distributor dan konsumen, di mana bambu muda—berumur di bawah satu tahun hingga tiga tahun—dibeli dan disimpan hingga berumur lebih dari tiga tahun untuk

memenuhi kebutuhan industri meubel atau menunggu harga pasar yang lebih tinggi. Jika pola pemanenan dan pengelolaan ini terus berlangsung tanpa perbaikan, maka dikhawatirkan hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili akan mengalami degradasi yang semakin parah dalam beberapa tahun ke depan.



Gambar 24. Potensi Tegakan Bambu Berdasarkan Kelas Umur

Berdasarkan hasil inventarisasi potensi tegakan bambu per hektar di hutan bambu rakyat Kecamatan Tanralili (Tabel 21), diketahui bahwa jumlah batang bambu berdasarkan kelas umur terdiri dari: bambu muda (< 1 tahun) sebanyak 1822 batang/ha, umur 1–3 tahun sebanyak 1229 batang/ha, dan umur > 3 tahun sebanyak 1549 batang/ha. Data ini menunjukkan bahwa terjadi intensifikasi pemanenan pada kelas umur 1–3 tahun, yang menyebabkan penurunan signifikan pada potensi tegakan bambu. Hal ini mengindikasikan bahwa pengelolaan hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili belum menerapkan prinsip sustainable forest management secara optimal.

Tingginya tekanan pemanenan pada umur produktif (1–3 tahun) umumnya dipicu oleh besarnya permintaan pasar, terutama untuk kebutuhan konstruksi (seperti penyangga pengecoran

bangunan), industri rumah tangga, kerajinan tangan, serta kebutuhan budaya. Selain itu, tingginya jumlah tegakan bambu berumur > 3 tahun disebabkan oleh praktik distribusi dan pemasaran, di mana pedagang atau konsumen membeli bambu muda dari petani dan menyimpannya hingga mencapai umur di atas tiga tahun untuk kebutuhan industri meubel atau untuk dijual saat harga pasar tinggi.

Jika praktik pengelolaan dan pemanenan ini terus berlangsung tanpa perbaikan, maka hutan bambu rakyat berisiko mengalami degradasi yang semakin parah dalam beberapa tahun ke depan.

Hasil tabulasi pemanenan (Tabel 22) menunjukkan bahwa jumlah rata-rata bambu yang dipanen masyarakat mencapai 1451 batang per KK per hektar. Rinciannya meliputi: bambu bulat sebanyak 764 batang/KK, rebung 330 batang/KK, meubel 192 batang/KK, serta bambu untuk tusuk sate dan anyaman sebanyak 166 batang/KK. Secara keseluruhan, jumlah ini setara dengan 2904 batang per hektar, yang melebihi batas riap tahunan (1822 batang/ha/tahun), dan semakin memperkuat indikasi bahwa pemanenan yang dilakukan sudah melampaui ambang keberlanjutan.

Tabel 22 Hasil Tabulasi Jumlah Pemanenan Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

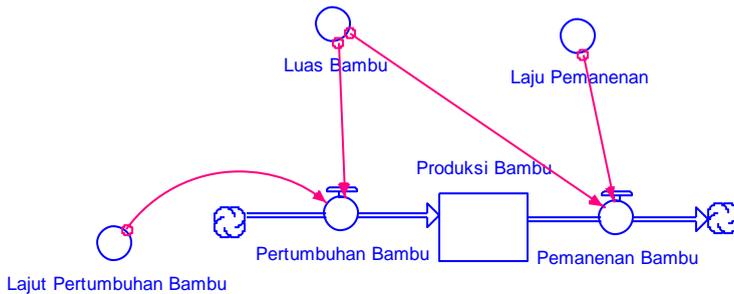
No.	Produk Bambu	Panen/KK	Panen/ha
1	Bambu Bulat	764	1528
2	Rebung	330	660
3	Meubel	192	384
4	Tusuk Sate dan Anyaman	166	332
Jumlah		1452	2904

Dengan luas total hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili sebesar 2.324,31 hektar, diketahui bahwa produktivitas

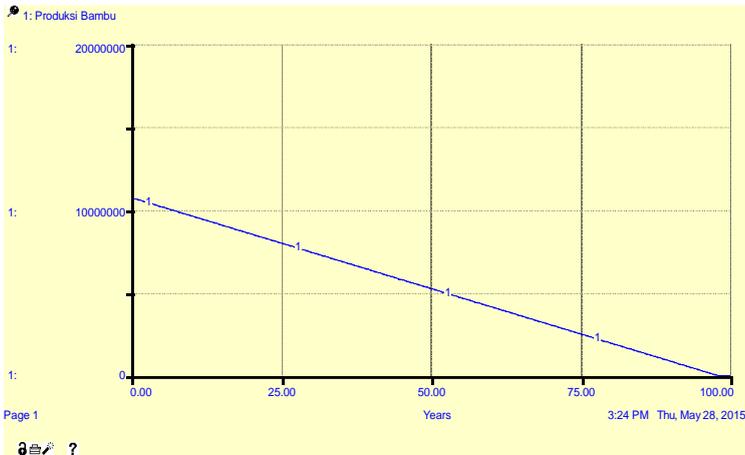
lahan pada seluruh kelas umur mencapai 4.600 batang per hektar. Sementara itu, laju pemanenan tercatat sebesar 2.904 batang/ha/tahun, yang jauh melebihi laju pertumbuhan atau riap tahunan bambu yang hanya sebesar 1.822 batang/ha/tahun.

Untuk memproyeksikan tren ketersediaan sumber daya bambu di masa depan, dilakukan pemodelan menggunakan pendekatan sistem dinamis melalui perangkat lunak Stella Versi 9.02. Konseptualisasi model mengacu pada pola pemanenan aktual bambu rakyat yang ditunjukkan pada Gambar 25.

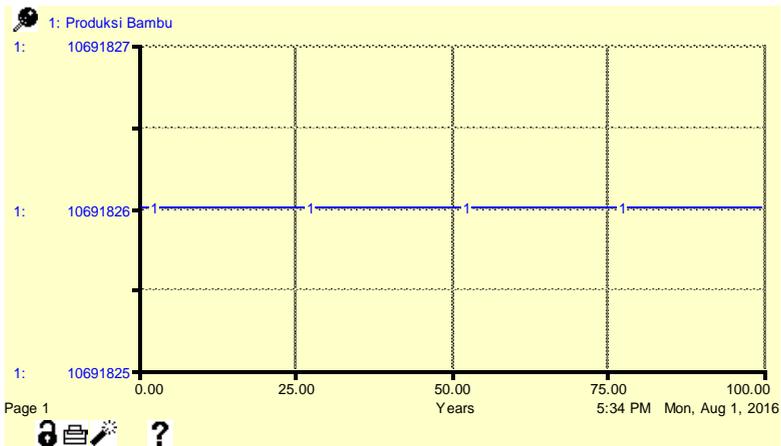
Hasil simulasi menunjukkan bahwa, apabila tidak ada penerapan sistem pengelolaan hutan bambu yang berkelanjutan, maka seluruh potensi tegakan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili akan habis dalam waktu kurang dari 90 tahun (Gambar 26). Hal ini menunjukkan pentingnya intervensi kebijakan pengelolaan yang menyeimbangkan antara laju pertumbuhan dan pemanenan, guna menjamin keberlanjutan sumber daya bambu di wilayah tersebut.



Gambar 25 Konseptualisasi Pola Pemanenan Bambu Rakyat Di Kecamatan Tanralili



Gambar 26 Trend Perkembangan Hutan Bambu Rakyat Di Kecamatan Tanralili dengan Pola Panen Saat Ini



Gambar 27. Model Simulasi Pemanenan dalam Pengelolaan Hutan Bambu Rakyat Berkelanjutan Di Kecamatan Tanralili dengan Pola Panen Maximum Sustainable Yield

Pengelolaan hutan bambu rakyat secara lestari sangat penting untuk menjamin keberlanjutan sumber daya bambu, baik dari aspek ekonomi, ekologi, maupun sosial. Pengelolaan ini tidak hanya meningkatkan pendapatan masyarakat, tetapi juga mendukung pemanfaatan jasa lingkungan bambu sebagai penyerap emisi karbon dioksida (CO₂), penyimpan karbon,

pengatur tata air, dan konservator tanah. Untuk mencapai tujuan tersebut, konsep *maximum sustainable yield* (MSY) menjadi pendekatan yang sangat relevan dalam sistem pemanenan bambu. MSY adalah prinsip pengelolaan sumber daya terbarukan di mana tingkat pemanenan tahunan disesuaikan dengan kemampuan alami sumber daya tersebut untuk beregenerasi, sehingga kelestariannya tetap terjaga.

Simulasi penerapan MSY menunjukkan bahwa dengan kapasitas pertumbuhan bambu sebesar 1.822 batang per hektar per tahun dan luas areal hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili sebesar 2.324,31 hektar, maka total potensi hasil panen lestari (MSY) diperkirakan mencapai 4.234.893 batang per tahun. Dengan asumsi harga bambu bulat sebesar Rp10.000 per batang, maka nilai manfaat ekonomi yang dihasilkan dari pemanenan lestari ini mencapai Rp42.348.930.000 per tahun. Selain menjamin keberlanjutan ekosistem bambu, penerapan pola panen berbasis MSY juga memungkinkan tercapainya hasil ekonomi maksimal secara berkelanjutan.

Dalam praktik silvikultur bambu, produksi tunas dan biomassa sangat bergantung pada pengelolaan tegakan yang baik. Sistem silvikultur yang umum diterapkan pada bambu adalah sistem tebang pilih, dikombinasikan dengan pembersihan rumpun dan perawatan vegetatif lainnya. Rumpun bambu menjadi unit pengelolaan utama, dan tebang pilih dilakukan hanya pada batang-batang yang sudah matang panen, biasanya berumur lebih dari empat tahun (FAO). Penebangan dilakukan secara selektif, memperhatikan jumlah batang produktif dan mempertahankan kapasitas pertumbuhan rumpun. Apabila penebangan dilakukan secara tidak rasional, seperti menebang saat tunas baru muncul atau memangkas bambu muda, maka struktur tegakan akan terganggu dan produktivitas jangka panjang menurun.

Bambu merupakan sumber daya yang sangat produktif dan dapat diperbaharui. Dalam satu rumpun umumnya terdapat 40–50 batang bambu, dan secara alami dapat bertambah 10–20 batang per tahun (Hanim et al., 2010). Namun, jika tidak dikelola melalui sistem panen teratur, rumpun yang terlalu padat akan mengalami stagnasi regeneratif. Oleh karena itu, penebangan justru diperlukan dalam jumlah dan cara yang tepat untuk merangsang pertumbuhan tunas baru. Pengelolaan berbasis rotasi dan seleksi ini akan menjamin kontinuitas produksi tanpa merusak kemampuan biologis rumpun untuk tumbuh kembali.

Dengan demikian, penerapan konsep MSY dalam pengelolaan hutan bambu rakyat, dikombinasikan dengan praktik silvikultur berbasis ekologi dan sosial-ekonomi masyarakat lokal, merupakan pendekatan strategis untuk mencegah degradasi tegakan sekaligus mendukung ekonomi hijau di tingkat desa. Diperlukan dukungan teknis, kelembagaan, serta kebijakan pemerintah untuk memastikan bahwa praktik ini menjadi sistem yang terintegrasi dan berkelanjutan dalam pengelolaan sumber daya bambu di Sulawesi Selatan dan daerah lainnya di Indonesia.

Pengelolaan hutan lestari harus dilakukan untuk menjamin keberlangsungan keberadaan hutan bambu rakyat. Hal ini dapat meningkatkan pendapatan masyarakat dan pemanfaatan bambu untuk jasa lingkungan seperti penyerap emisi CO₂, penyimpanan karbon, konservasi tanah dan pengatur tata air. Pengelolaan ini dapat dilakukan dengan pola pemanenan dengan menerapkan konsep maximum sustainable yield di mana besarnya pemanenan bambu per tahun sama dengan besarnya kemampuan bambu untuk tumbuh. Dengan demikian, diharapkan akan didapatkan hasil yang maksimum dengan menjamin kelestarian hutan bambu rakyat.

Produksi bambu adalah respon positif dari praktek silvikultur, keduanya dalam produksi jumlah tunas dan produksi biomassa. Sistem Silvikultur bambu adalah "sistem tebang pilih", dikombinasikan dengan operasi pembersihan dan perawatan. Rumpun adalah unit manajemen. Batang bambu yang masak tebang akan ditebang dengan metode seleksi tergantung pada jumlah total batang masak tebang dan kapasitas produktif dari rumpun. Tujuan utama adalah untuk menjamin produksi maksimal tanpa merusak kemampuan rumpun dan melindungi bambu untuk menjamin produktivitas dan pertumbuhan yang berkelanjutan. Bambu adalah sumberdaya yang dapat diperbaharui, setiap rumpun terdapat 40 – 50 batang, dan bertambah lebih dari 10 - 20 batang setiap tahun, (Hanim et al., 2010). Hasil dari tegakan bambu menurun jika struktur tegakan bambu terganggu karena penebangan yang tidak rasional, aspek yang perlu diperhatikan adalah bahwa bambu tidak boleh ditebang pada saat bertunas dan umur bambu yang ditebang lebih dari 4 tahun, (FAO). Rumpun bambu yang tidak dilakukan penebangan menyebabkan perkembangan anakan juga terhambat, sehingga untuk memicu pertumbuhan baru, rumpun bambu seharusnya dilakukan penebangan.



BAB 21

DIVERSIFIKASI PRODUK BAMBU DALAM PENGELOLAAN BAMBU RAKYAT BERKELANJUTAN (STUDI KASUS HUTAN BAMBU RAKYAT DI KECAMATAN TANRALILI, KABUPATEN MAROS)

21.1. Pemanfaatan dan Produk Industri Pengolahan Bambu

BERDASARKAN hasil wawancara dan diskusi kelompok terarah (FGD) dengan petani hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili, diketahui bahwa tujuan utama produksi bambu mencakup bambu bulat, produk olahan seperti meubel dan tusuk sate, serta pemanfaatan rebung. Seluruh petani yang menjadi

responden membudidayakan dan memanen bambu bulat setiap tahun. Umur panen umumnya berkisar antara 2 hingga 3 tahun dengan frekuensi panen sekitar satu kali dalam setahun. Rata-rata produksi bambu bulat oleh petani mencapai sekitar 764 batang per tahun per kepala keluarga. Bambu bulat tersebut sebagian besar dijual ke pasar, sementara sisanya digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, seperti pembuatan meubel, pagar, kandang ayam, talang air, dan balai-balai.

Pemanfaatan bambu sebagai bahan bangunan sangat bervariasi tergantung pada jenis kebutuhan. Bahan baku yang digunakan berupa bambu belah, bambu bulat, atau kombinasi keduanya. Untuk kebutuhan dinding rumah, khususnya bagian dapur, petani menggunakan sekitar 10 hingga 50 batang bambu dengan panjang maksimal 3 meter. Untuk pembuatan kandang ayam, dibutuhkan sekitar 100 hingga 150 batang bambu, serta sekitar 50 batang bambu tambahan sebagai tiang penyangga, karena kandang yang dibuat biasanya menampung 500 hingga 1000 ekor ayam. Sedangkan untuk pembuatan balai-balai, jumlah bambu yang digunakan relatif sedikit karena ukurannya yang tidak terlalu besar.

Selain dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, bambu juga digunakan oleh petani sebagai bahan industri rumah tangga dan kerajinan tangan. Produk yang dihasilkan antara lain tusuk sate, kurungan ayam, dan walasuji, yang sering digunakan dalam acara perkawinan. Bambu yang digunakan untuk kerajinan ini diambil dari lahan milik sendiri, dengan kebutuhan bahan sekitar 5 hingga 10 batang setiap kali produksi, karena skalanya kecil dan biasanya hanya untuk konsumsi pribadi. Proses pembuatannya pun tidak memerlukan keahlian khusus.

Selain itu, bambu juga dimanfaatkan sebagai bahan pagar. Fungsi pagar tidak hanya sebagai pembatas, tetapi juga sebagai

elemen estetika dan keamanan pekarangan rumah atau lahan pertanian. Hampir seluruh masyarakat di Kecamatan Tanralili menggunakan bambu untuk pagar, meskipun sebagian kecil ada yang menggunakan kayu. Terdapat dua bentuk pagar yang umum digunakan, yaitu pagar dari bambu belah yang banyak ditemukan di pusat desa, dan pagar dari bambu bulat yang lebih banyak digunakan di daerah pedalaman atau untuk membatasi lahan sawah dan kebun. Pemanfaatan bambu secara luas dalam berbagai aspek kehidupan menunjukkan betapa pentingnya peran komoditas ini bagi kehidupan ekonomi dan sosial masyarakat setempat.

Rata-rata penggunaan bambu untuk keperluan pagar oleh masyarakat di Kecamatan Tanralili berkisar antara 10 hingga 50 batang per tahun, dengan frekuensi pergantian pagar dilakukan sekitar satu kali dalam lima tahun. Bambu bulat umumnya digunakan untuk pagar yang dipasang di lahan sawah atau kebun, dan sebagian juga digunakan di rumah-rumah yang terletak di sekitar kawasan bambu. Pagar dari bambu bulat ini tidak mengikuti kriteria umur tertentu. Banyak petani menggunakan bambu berumur di bawah dua tahun karena kemudahan akses dan ketersediaannya. Tujuan utama dari pemasangan pagar bambu di lahan pertanian adalah untuk mencegah masuknya hewan ternak, seperti sapi, yang dapat merusak tanaman atau kebun bambu milik petani.

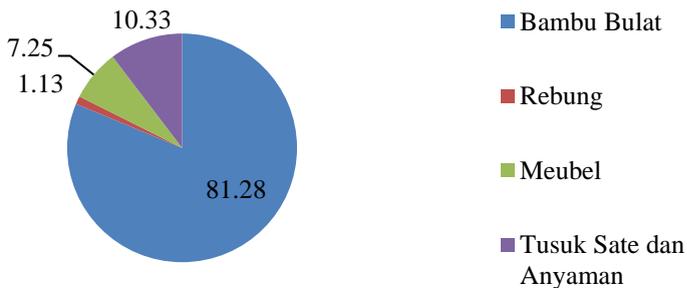
Selain sebagai bahan bangunan dan pagar, bambu juga dimanfaatkan untuk industri rumah tangga, salah satunya adalah industri tusuk sate yang terdapat di Kecamatan Tanralili. Setiap unit usaha tusuk sate rata-rata mempekerjakan dua orang pekerja. Dalam satu bulan, kebutuhan bahan baku bambu untuk industri ini adalah sekitar 20 batang, yang biasanya diperoleh dari petani setempat. Jenis bambu yang paling sering digunakan adalah bambu paring karena mudah didapat dan memiliki harga yang relatif

terjangkau. Proses produksi tusuk sate dimulai dari pembelahan bambu menjadi bagian-bagian kecil, lalu dikeringkan selama tiga hari, atau lebih lama jika cuaca tidak mendukung. Dari satu batang bambu, dapat dihasilkan sekitar tujuh ikat tusuk sate, dengan masing-masing ikat berisi antara 100 hingga 200 batang tusuk sate yang panjangnya sekitar 20 cm. Pemanfaatan bambu dalam industri ini memperlihatkan kontribusi penting komoditas bambu terhadap pendapatan rumah tangga dan kegiatan ekonomi lokal.

Industri meubel di Kecamatan Tanralili, Kabupaten Maros, pada umumnya mempekerjakan rata-rata enam orang pekerja di setiap unit usaha. Dalam kegiatan produksinya, industri meubel membutuhkan sekitar 12 batang bambu setiap bulan yang diperoleh dari petani setempat. Jenis bambu yang digunakan umumnya adalah bambu tutul, yang dikenal memiliki motif atau corak alami yang menarik, sehingga sangat sesuai untuk pembuatan produk kerajinan seperti kursi dan meja. Dari 12 batang bambu tersebut, satu unit industri meubel mampu memproduksi satu set meubel yang terdiri atas empat buah kursi dan satu buah meja. Dalam proses pembuatannya, industri ini juga memerlukan beberapa perlengkapan pendukung seperti rotan, cat, paku, lem, bor tangan, parang, dan gergaji sebagai alat bantu dalam merakit dan menyempurnakan produk.

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Gambar 28, persentase pemanfaatan produk bambu dari hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili menunjukkan bahwa bambu bulat merupakan produk yang paling banyak dimanfaatkan, dengan persentase sekitar 81,28%. Selanjutnya, produk turunan bambu berupa tusuk sate dan anyaman memiliki persentase sebesar 10,33%, diikuti oleh meubel sebesar 7,25%, dan pemanfaatan rebung hanya sekitar 1,13%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bambu di wilayah tersebut masih didominasi oleh kebutuhan bahan mentah bambu bulat, sementara pengembangan

produk olahan seperti meubel, tusuk sate, dan rebung masih tergolong rendah dan berpotensi untuk terus dikembangkan guna meningkatkan nilai tambah dari komoditas bambu rakyat.



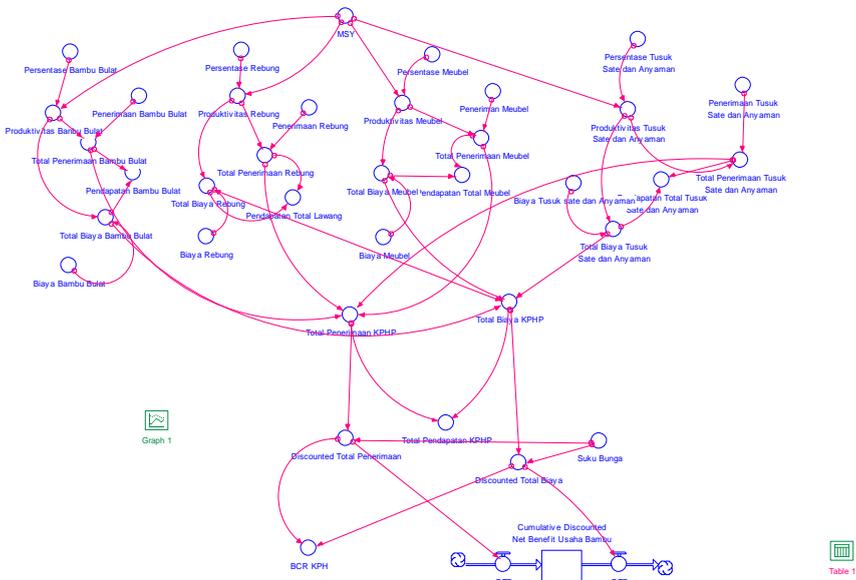
Gambar 28 Persentase Pemanfaatan Produk Bambu Hutan Bambu Rakyat di Kecamatan Tanralili

21.2. Simulasi Skenario Model Diversifikasi Produk

Formulasi model konseptual ini disusun berdasarkan skenario Model Diversifikasi Produk, yang dirancang sebagai pendekatan terbaik untuk meningkatkan pendapatan masyarakat pengelola hutan bambu rakyat. Model ini dikembangkan melalui analisis terhadap hasil wawancara dan Focus Group Discussion (FGD) yang menggambarkan arahan pengolahan serta diversifikasi produk bambu secara optimal dari segi efektivitas dan efisiensi produksi. Dengan pendekatan ini, diharapkan tidak hanya menghasilkan produk bernilai ekonomi tinggi, tetapi juga mempertahankan prinsip keberlanjutan dalam pengelolaan hutan bambu.

Selain itu, data dalam simulasi sub-model didasarkan pada arahan kesesuaian lahan dan perencanaan pemanenan yang optimal. Kedua aspek ini menjadi fondasi dalam menentukan strategi yang dapat menghasilkan nilai ekonomi tertinggi tanpa mengabaikan aspek kelestarian lingkungan. Data-data tersebut

selanjutnya diformulasikan menjadi sebuah model yang digunakan untuk mensimulasikan berbagai skenario yang berkaitan dengan penerimaan, pengeluaran, pendapatan, serta cumulative discounted net benefit. Dengan menggunakan model ini, pengambil kebijakan dan masyarakat dapat melihat potensi dampak dari berbagai strategi diversifikasi produk, sehingga keputusan yang diambil lebih tepat sasaran dan berkelanjutan. Model Simulasi Skenario Diversifikasi Produk Bambu tersebut divisualisasikan pada Gambar 29.



Gambar 29 Model Simulasi Skenario Diversifikasi Produk Bambu

Dalam simulasi ini, perhitungan komponen penerimaan dari masing-masing produk bambu didasarkan pada nilai ekonomi produk yang dihitung secara ekuivalen terhadap satu batang bambu, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 23. Berdasarkan data tersebut, bambu bulat memiliki nilai penerimaan sebesar Rp 10.000,00 per batang, dengan biaya produksi sebesar Rp 2.952,95, sehingga menghasilkan pendapatan bersih sebesar Rp 7.047,05 per batang. Jika bambu yang sama diolah lebih lanjut menjadi produk

bernilai tambah seperti meubel atau tusuk sate dan anyaman, maka nilai penerimaan akan meningkat secara signifikan. Penerimaan dari satu batang bambu yang diolah menjadi meubel mencapai Rp 12.089,65, sementara untuk tusuk sate dan anyaman mencapai Rp 42.000,00.

Data ini menunjukkan bahwa pengolahan bambu menjadi produk olahan mampu meningkatkan nilai ekonominya secara substansial dibandingkan dengan hanya menjual dalam bentuk bambu bulat. Lebih lanjut, berdasarkan analisis rasio benefit terhadap biaya, produk meubel memiliki rasio tertinggi yaitu sebesar 5,80. Ini berarti bahwa setiap pengeluaran Rp 1 untuk produksi meubel akan menghasilkan penerimaan sebesar Rp 5,80. Rasio ini menunjukkan bahwa usaha meubel memiliki potensi pengembalian modal yang paling tinggi di antara jenis produk bambu lainnya, sehingga sangat menjanjikan sebagai bentuk diversifikasi produk dalam meningkatkan pendapatan masyarakat pengelola hutan bambu rakyat.

Tabel 23 Nilai Ekonomi Ekvivalen Satu Batang Bambu untuk Masing-Masing Produk Bambu

No	Produk Bambu	Nilai Ekonomi Ekvivalen Satu Batang Bambu			R/C
		Penerimaan (Rp)	Biaya (Rp)	Pendapatan (Rp.)	
1	Bambu Bulat	10,000.00	2,952.95	7,047.05	3.39
2	Rebung	9,787.23	1,702.13	8,085.10	5.75
3	Meubel	12,089.65	2,085.86	10,003.79	5.80
4	Tusuk Sate dan Anyaman	42,000.00	8,410.71	33,589.29	4.99

Perhitungan jumlah batang bambu yang dapat dipanen per hektar per tahun dalam konteks keberlanjutan didasarkan pada prinsip maximum sustainable yield, yaitu sebesar 1.822 batang per hektar per tahun. Angka ini menunjukkan batas panen maksimum yang memungkinkan tanpa menyebabkan kerusakan pada ekosistem hutan bambu, serta menjaga kelestarian produksi dalam jangka panjang. Dalam rangka meningkatkan nilai ekonomi dari hutan bambu rakyat, strategi diversifikasi produk diterapkan

dengan mengurangi persentase pemanfaatan bambu bulat dan mengembangkan pemanfaatan produk olahan bambu yang selama ini belum dikelola secara optimal. Produk-produk tersebut mencakup rebung olahan, meubel dari bambu laminasi seperti daun pintu, daun jendela, zephyr bamboo, flooring, serta berbagai produk anyaman seperti topi, tudung saji, hiasan gantung, patung/miniatur, dan hiasan lampu.

Penentuan skenario terbaik dilakukan berdasarkan nilai Cumulative Discounted Net Benefit (CDNB) tertinggi. CDNB dihitung sebagai nilai kumulatif dari selisih antara variabel penerimaan (auxiliary variable penerimaan produk bambu) dan variabel pengeluaran (auxiliary variable biaya produk bambu) yang diperoleh dari pengelolaan bambu oleh masyarakat per hektar per tahun. Nilai penerimaan dan biaya ini dihitung berdasarkan jumlah panen sebesar 1.822 batang per hektar per tahun yang dibagi ke dalam beberapa jenis produk, sesuai dengan proporsi masing-masing skenario diversifikasi.

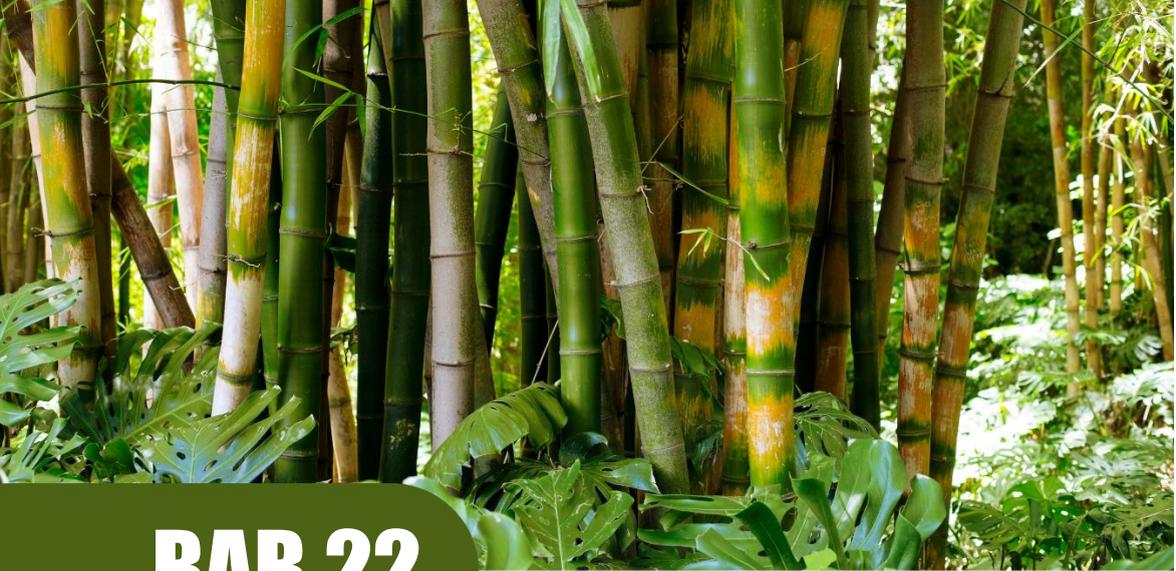
Dalam model ini, tingkat suku bunga diskonto yang digunakan adalah 7,5%, mengacu pada rata-rata suku bunga bank nasional. Masa investasi atau periode analisis ditetapkan selama 20 tahun. Perlu dicatat bahwa dalam analisis ini tidak dimasukkan biaya sewa lahan karena seluruh responden yang diwawancarai merupakan pemilik lahan itu sendiri. Dengan mempertimbangkan seluruh komponen biaya dan penerimaan secara menyeluruh dalam skenario diversifikasi ini, maka model dapat menentukan skenario pengelolaan bambu yang paling menguntungkan secara finansial, namun tetap mempertahankan prinsip keberlanjutan sumber daya.

Tabel 24 Cumulative Discount Net Benefit Beberapa Produk Bambu pada Berbagai Skenario

No	Produk Bambu	Persentase Diversifikasi Produk (%)			
		Skenario 1 (Model Eksisting)	Skenario 2 (Model Pesimis)	Skenario 3 (Model Moderat)	Skenario 4 (Model Optimis)
1	Bambu Bulat	81.28	70.00	60.00	40.00
2	Rebung	1.14	5.00	5.00	10.00
3	Meubel	7.25	10.00	15.00	30.00
4	Tusuk Sate dan Anyaman	10.33	15.00	20.00	20.00
	Cumulative Discounted Net Benefit (Rp)	339,343,943.52	385,618,673.02	435,616,014.01	452,409,379.53

Berdasarkan hasil analisis dalam Tabel 24, skenario yang memberikan nilai *Cumulative Discounted Net Benefit* (CDNB) tertinggi selama periode 20 tahun adalah Skenario 4 (Model Optimis), dengan nilai mencapai Rp452.409.379,53 per hektar. Skenario ini mengusung pendekatan diversifikasi produk bambu sebagai strategi utama peningkatan nilai ekonomi dari hutan bambu rakyat. Dalam model ini, proporsi pemanfaatan bambu difokuskan pada peningkatan produksi rebung dan olahan rebung sebesar 10%, meubel bambu sebanyak 30%, serta produk turunan lainnya seperti tusuk sate dan anyaman sebesar 20%. Sementara itu, pemanfaatan bambu bulat sebagai bahan mentah konstruksi hanya menyumbang sekitar 40% dari total output.

Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis diversifikasi produk tidak hanya memberikan nilai tambah yang lebih tinggi tetapi juga memperluas pasar dan menciptakan stabilitas ekonomi jangka panjang bagi masyarakat pengelola hutan bambu. Diversifikasi memungkinkan pemanfaatan yang lebih efisien atas sumber daya bambu, mengurangi ketergantungan pada satu jenis produk (seperti bambu bulat), serta membuka peluang bagi pengembangan industri kreatif dan UMKM berbasis bambu di tingkat lokal. Dengan menerapkan skenario ini secara konsisten, nilai kumulatif pendapatan yang telah di-*discount* per hektar meningkat secara signifikan, menjadikan model ini sebagai alternatif pengelolaan ekonomi bambu rakyat yang paling prospektif dan berkelanjutan



BAB 22

REKOMENDASI DAN ARAH KEBIJAKAN PENGELOLAAN BAMBU

HUTAN bambu memiliki potensi strategis dalam mendukung agenda pembangunan berkelanjutan, mitigasi perubahan iklim, dan peningkatan ekonomi lokal. Namun, agar potensi ini dapat dioptimalkan secara maksimal dan lestari, diperlukan kerangka kebijakan yang kuat, komprehensif, dan kolaboratif. Bab ini menyajikan sejumlah rekomendasi kebijakan dan arah strategis yang dapat diambil oleh pemerintah pusat, pemerintah daerah, serta pemangku kepentingan lainnya.

22.1. Kebijakan yang Perlu Didorong di Tingkat Nasional dan Daerah

Untuk memperkuat posisi bambu sebagai komoditas strategis nasional, pemerintah perlu mendorong kebijakan yang

mendukung dari hulu ke hilir. Beberapa kebijakan yang direkomendasikan meliputi:

1. Penetapan kawasan budidaya bambu melalui revisi RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) di daerah-daerah potensial.
2. Penerbitan regulasi khusus tentang pengelolaan hutan bambu rakyat, termasuk aspek pemanenan lestari, reboisasi, dan tata niaga.
3. Insentif fiskal bagi pelaku usaha bambu yang menerapkan prinsip produksi ramah lingkungan dan sirkular, seperti pengurangan pajak atau akses kredit lunak.
4. Penguatan kelembagaan bambu, misalnya dengan membentuk Badan Koordinasi Bambu Nasional atau memperkuat peran asosiasi petani dan pelaku UMKM bambu di tingkat daerah.
5. Investasi dalam riset dan inovasi, khususnya pengembangan produk bambu bernilai tinggi dan adaptif terhadap perubahan iklim.

Di tingkat daerah, penting untuk mendorong peraturan bupati/wali kota atau peraturan daerah (Perda) yang secara khusus mengatur perlindungan hutan bambu dan pengembangan ekonomi lokal berbasis bambu.

22.2. Integrasi Bambu dalam Strategi Adaptasi dan Mitigasi Nasional

Bambu merupakan tanaman dengan karakteristik unik yang membuatnya sangat relevan dalam konteks perubahan iklim, baik sebagai bagian dari strategi adaptasi maupun mitigasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan integrasi bambu dalam dokumen-dokumen kebijakan nasional, seperti:

1. Nationally Determined Contributions (NDCs) Indonesia, di mana bambu dapat diakui sebagai solusi berbasis alam (*nature-based solution*) untuk penurunan emisi karbon melalui mekanisme karbon biru dan hijau.
2. Rencana Adaptasi Perubahan Iklim Sektorial dan Regional (RAPIM/RAD-API), dengan mendorong penanaman bambu di kawasan rawan longsor, aliran sungai, dan daerah resapan air.

3. Program Perhutanan Sosial dan Desa Mandiri Iklim (DMI) sebagai media untuk memperluas peran masyarakat dalam konservasi hutan bambu.
4. Sertifikasi hijau dan ecolabel bagi produk bambu, untuk mendukung ekspor yang berkelanjutan.

Dengan pengakuan formal atas peran bambu dalam kebijakan iklim, maka pembiayaan iklim (climate financing) dari lembaga donor, swasta, dan internasional juga dapat diarahkan untuk pengembangan sektor bambu.

22.3. Peluang Kerjasama Multistakeholder (Pemerintah, Swasta, NGO)

Pengembangan sektor bambu tidak dapat dilakukan oleh satu aktor saja. Diperlukan pendekatan kolaboratif yang melibatkan pemerintah, sektor swasta, LSM, akademisi, dan masyarakat lokal. Beberapa bentuk kerja sama yang direkomendasikan antara lain:

1. Kemitraan pemerintah-swasta (PPP) untuk investasi pada industri pengolahan bambu, pengembangan teknologi ramah lingkungan, dan peningkatan kapasitas UMKM bambu.
2. Peran NGO dan universitas dalam mendampingi masyarakat dalam aspek teknis budidaya, konservasi, dan bisnis model berbasis bambu.
3. Forum koordinasi multipihak di tingkat kabupaten/kota sebagai wadah sinergi antar pelaku.
4. Pengembangan platform digital pemasaran produk bambu untuk menjangkau pasar nasional dan internasional.
5. Akses ke program CSR dari perusahaan-perusahaan swasta yang beroperasi di sektor kehutanan, lingkungan, dan pembangunan berkelanjutan.

Kolaborasi multipihak ini menjadi fondasi penting bagi transformasi bambu dari sumber daya terabaikan menjadi pilar ekonomi hijau dan ketahanan iklim di Indonesia.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Z., Upadhyay, A., Ding, Y., Emamverdian, A., & Shahzad, A. (2021). Bamboo: Origin, habitat, distributions and global prospective. In *Biotechnological Advances in Bamboo* (pp. 1–28). Springer.
- Akoto, D. S., & Partey, S. T. (2020). Towards bamboo agroforestry development in Ghana: Evaluation of crop performance, soil properties and economic benefit. *Agroforestry Systems*, 94, 1759–1780. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00493-7> Indian Forester+4SpringerLink+4Open Access Repository of ICRISAT+4IOPscience
- Alemu, T. B., et al. (2023). Carbon stock potential of highland bamboo plantations in northwestern Ethiopia. *Forests, Trees and Livelihoods*, 32, Article 123–134.
- Amatosa, D. D., Ferrer, R. K. C., & Alcantara, A. V. (2022). Evaluating bamboo as an alternative sustainable construction material: A Philippine perspective. *Journal of Cleaner Production*, 366, 132971. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132971>
- Andargatchew, K. (2008). Comparative growth analysis of bamboo and trees under different agroforestry systems. *Journal of Forestry Research*, 19(1), 34–41. <https://doi.org/10.1007/s11676-008-0006-4>

- Anitha, K., Murthy, I. K., Sudha, P., & Ravindranath, N. H. (2008). Climate change mitigation potential of bamboo forests. *Current Science*, 95(6), 735–739.
- Arce-Villalobos, O. A., van der Lugt, P., van den Dobbelsteen, A. A. J. F., & Hernandez-Rodriguez, F. J. (2017). Bamboo as a sustainable building material: A review of architectural and structural features. *Journal of Green Building*, 12(1), 141–164.
- Ashary, D., & Daud, M. (2016). Karakteristik papan komposit limbah sabut kelapa berlapis anyaman bambu. In Seminar Pekan Inovasi Sains dan Teknologi Litbang 2016. Discovery Hotel Ancol, Jakarta, 9–11 Agustus 2016.
- Awang, S. A., Kartodihardjo, H., Wibowo, L. R., & Nugroho, R. A. (2007). *Hutan Rakyat: Konstruksi Sosial, Ekonomi dan Lingkungan*. Sekolah Pascasarjana UGM.
- Baharuddin. (2013). Analisis Potensi Tegakan Bambu Parring (*Gigantochloa atter*) sebagai Penyerap dan Penyimpan Karbon (Studi Kasus Pengelolaan Hutan Bambu Rakyat di Tanralili Kabupaten Maros (Disertasi). Universitas Hasanuddin.
- Baharuddin, & Daud, M. (2013). Allometric equations for estimating the total biomass and carbon stock in Parring bamboo (*Gigantochloa atter*) from community forests. In *The Fifth International Symposium Indonesian Wood Research Society (IWoRS): Utilization of Renewable Natural Resources towards Welfare and Environmental Sustainability*, Balikpapan, 7–9 November 2013.
- Baharuddin, & Daud, M. (2018). Model Dinamik Simulasi Pola Pemanenan Optimal Dalam Pengelolaan Bambu Rakyat Berkelanjutan Di Kecamatan Tanralili, Kabupaten Maros. *Jurnal Matoa*, 6(1), 85–99.
- Baharuddin, & Daud, M. (2019). The comparison of some equation model estimators of biomass in the bamboo Betung stand (*Dendrocalamus asper*) from community forest in Tana Toraja

Regency, South Sulawesi Province, Indonesia. In 1st ASEAN Bamboo Congress for Climate Change Adaptation Towards Environmental Sustainability and Economic Resilience. Iloilo Convention Center, Iloilo City, Philippines, 13 August 2019.

- Baharuddin, Daud, M., Sanusi, D., & Mangalla, A. (2014). Model penduga biomassa dan cadangan karbon pada tegakan bambu betung (*Dendrocalamus asper*) pada hutan bambu rakyat di Kabupaten Tana Toraja. *Jurnal Matoa*, 2(3), 34–45.
- Baharuddin, Sanusi, D., Daud, M., & Ferial. (2014). Potensi biomassa, cadangan karbon dan serapan karbon dioksida (CO₂) Serta Persamaan Allometrik Penduga Biomassa pada Tegakan Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) pada Hutan Bambu Rakyat di Kabupaten Tana Toraja. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian HHBK*, 1(1), 415–428.
- Baharuddin, Sanusi, D., Putranto, B., & Daud, M. (2015). Analisis pendapatan petani hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili, Kabupaten Maros. *Jurnal Matoa*, 3(4), 1–15.
- Baharuddin, Sanusi, D., Putranto, B., & Daud, M. (2015). Analisis sosial ekonomi dan pola pengelolaan hutan bambu rakyat di Kecamatan Tanralili, Kabupaten Maros. In *Seminar Nasional Sewindu BPTHHBK Mataram*. Mataram, 1 Oktober 2015.
- Binh, T. T. (2009). Tropical forest biodiversity and climate change. *International Forestry Review*, 11(4), 412–420.
- Birdsey, R. (1992). Carbon Storage and Management in Forest Ecosystems. [Dalam Cason et al., 2006].
- BPTPT. 2016. Pemetaan Potensi Bangunan Lokal di Indonesia Timur. Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Makassar, Pusat Litbang Pemukiman, Kementerian Pekerjaan Umum, Makassar
- Brenner, J. (2008). Bamboo: A sustainable solution for carbon sequestration. *Environmental Management*, 42(6), 1042–1050. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9154-0>

- Brodjonegoro, B. P. S. (2023, June 12). Bamboo has high value due to sustainability: KADIN. ANTARA. Retrieved from <https://en.antaranews.com/news/284859/bamboo-has-high-value-due-to-sustainability-kadin>
- Brown, S. (1997). Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. FAO Forestry Paper 134. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Brown, S. (2002). Measuring Carbon in Forests: Current Methods and Future Needs. In: Samalca, R. (2007).
- Burru, B. B., Tadesse, A. S., & Sileshi, G. W. (2025). Estimating above-ground biomass and carbon stock of natural bamboo species using allometric models in Ethiopia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 197(3), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10661-025-10554-9>
- Bystriakova, N., Kapos, V., Lysenko, I., & Stapleton, C. M. A. (2003). Bamboo biodiversity: Information for planning conservation and sustainable use of bamboo resources. INBAR Technical Report No. 22.
- Bystriakova, N., Kapos, V., Stapleton, C. M. A., & Lysenko, I. (2003). Distribution and conservation status of forest bamboo biodiversity in the Asia-Pacific region. *Biodiversity & Conservation*, 12(9), 1833–1841.
- Canavan, K., Richardson, B., & al. (2017). Bamboo ecology and distribution. *Journal of Plant Ecology*, 10(4), 123–138.
- Carbon stocks in bamboo ecosystems worldwide: Estimates and uncertainties. (2017). *Forest Ecology and Management*, 393, 113–138. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.01.017>
- Cason, J., Matthews, R., et al. (2006). Carbon Mitigation through Forest Management. *Environmental Science & Policy*, 9(5), 431–437.
- Casper, B.B. (2010). Carbon Sequestration in Forest Ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 260(4), 570–580.

- Cheah, W. Q., et al. (2025). From bamboo to biochar: A critical review of bamboo pyrolysis conditions and products with a focus on relevance to the developing world. *Sustainable Chemistry & Engineering*.
<https://doi.org/10.1039/D4SU00800F>
- Chiti, T., Blasi, E., & Chiriaco, M. V. (2024). Carbon sequestration in a bamboo plantation: a case study in a Mediterranean area. *Journal of Forestry Research*, 35(51).
<https://doi.org/10.1007/s11676-024-01696-9>
- CognixPulse. (2020). Exploring Bamboo Plants: Characteristics and Uses. <https://cognixpulse.com/articles/exploring-bamboo-plants-characteristics-uses/>
- Dagneu, Y. B., Durai, J., Chinke, M. A., & Worassa, K. T. (2025). Allometric models for estimating biomass and carbon stocks in natural and homestead highland bamboo stands in Ethiopia. *Forest Ecology and Management*, 580, 120620.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.120620>
- Dannenmann, M., Butterbach-Bahl, K., Gasche, R., et al. (2007). Spatial and temporal variability of soil-atmosphere exchange of greenhouse gases and $^{13}\text{CO}_2$ in a temperate forest ecosystem. *Global Change Biology*, 13(4), 776–793.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01341.x>
- Dannenmann, M., et al. (2007). Environmental management and bamboo bioenergy production. *MDPI Energies*, 15(5).
<https://doi.org/10.3390/en15051928>
- Daud, M. (2010). Produksi bioetanol dari beberapa jenis kayu tropis melalui proses sakarifikasi dan fermentasi secara simultan (Tesis tidak dipublikasikan). Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Daud, M., Syafii, W., & Syamsu, K. (2012). Bioethanol production from several tropical wood species using simultaneous saccharification and fermentation processes. *Wood Research Journal*, 3(2), 106–116.

- Daud, M., Syafii, W., & Syamsu, K. (2012). Biokonversi bahan berlignoselulosa menjadi bioetanol menggunakan *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Perennial*, 8(1), 43–51.
- Daud, M., Syafii, W., & Syamsu, K. (2013). Pemanfaatan batang kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) menjadi bioetanol dengan perlakuan pendahuluan menggunakan proses kraft. *Jurnal Matoa*, 1(2), 17–27.
- Daud, M., Syafii, W., & Syamsu, K. (2014). Produktivitas bioetanol dari kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) dengan perlakuan enzimatis. *Jurnal Matoa*, 2(3), 11–24
- Daud, M. (2014) *Bioenergi dari Bahan Non Pangan: Memanen Bensin dari Hutan untuk Ketahanan Energi Indonesia*. 1st edn. Makassar: Philosophia Press.
- Daud, M. et al. (2014) 'Potensi Biomassa, Cadangan Karbon dan Serapan Karbon Dioksida Pada Kebun Raya Massenrempulu Enrekang', *Jurnal Matoa*, 2(3), pp. 54–63.
- Daud, M., & Daties, D. J. (2023). The distribution and dynamics of carbon in community forests in Kahu District, Bone Regency based on dynamic system modeling. In 1st International Conference on Sustainable Tropical Forest Management. Bogor, 3–5 November 2023.
- Daud, M., Hikmah, & Azis, A. (2022). Potensi pemanfaatan bambu tali (*Gigantochloa apus*) pada hutan rakyat di Desa Leu Kecamatan Bolo Kabupaten Bima. *JOPFE Journal*, 2(1), 1–7.
- Daud, M., Hikmah, & Fiprianto, L. (2018). Kontribusi bioenergi dari hutan rakyat untuk pemenuhan kebutuhan energi masyarakat dalam mitigasi perubahan iklim di Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang. In *Prosiding Workshop Nasional Ahli Perubahan Iklim Indonesia*. Makassar, 4 Juli 2018. Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim. ISBN: 978-602-50932-5-8.

- Daud, M., Hikmah, & Imran, J. (2015). Potensi cadangan dan serapan karbon dioksida di Hutan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Makassar Desa Bissoloro Kabupaten Gowa. *Jurnal Matoa*, 3(5), 1–13.
- Daud, M., Hikmah, Haerana, Baharuddin. (2018) 'Potensi Produksi Oksigen Pada Tegakan Bambu Parring (*Gigantochloa atter*) Di Hutan Rakyat Kecamatan Tompobulu Kabupaten Maros', *Jurnal Matoa*, 6(12), pp. 27–39.
- Daud, M., Latifah, H., Basalamah, H., & Sarman. (2014). Potensi biomassa, cadangan karbon dan serapan karbon dioksida pada Kebun Raya Massenrempulu Enrekang. *Jurnal Matoa*, 2(3), 54–63.
- Deng, X., et al. (2025). The relationship between growth, anatomical structure, and quality in edible bamboo shoots of *Dendrocalamus latiflorus*. *BMC Plant Biology*. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06294-bp>
- Dev, I., Ram, A., Ahlawat, S. P., et al. (2020). Bamboo-based agroforestry system (*Dendrocalamus strictus* + sesame-chickpea) for enhancing productivity in semi-arid tropics of central India. *Agroforestry Systems*, 94, 1725–1739. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00492-8> Indian Agricultural Research Journals+2CIFOR-ICRAF+2SpringerLink+2
- Dransfield, S., & Widjaja, E. A. (1995). *Plant Resources of South-East Asia No 7: Bamboos*. PROSEA Foundation.
- Düking, S., et al. (2022). Life cycle assessment of bamboo products: Review and harmonization. *Science of the Total Environment*, 859, 160282. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160282>
- Dwivedi, A. K., Baredar, P., & Baredar, M. O. P. (2021). Carbon sequestration potential of commercial agroforestry systems: A review. *Forests*, 14(3), 559. <https://doi.org/10.3390/f14030559>

- Dwivedi, A. K., Baredar, P., & Prashant, O. P. (2015). Managing woody bamboos for carbon farming and carbon trading. *Global Ecology and Conservation*, 3, 654–663.
- Dwivedi, A. K., et al. (2015). Carbon sequestration potential of bamboo plantations. *Global Ecology and Conservation*, 3, 654–663.
- Ekawati, D., Karlinasari, L., Soekmadi, R., & Machfud, M. (2022). The status of bamboo research and development for sustainable use in Indonesia: A systematic literature review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1109(1), 012100. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1109/1/012100>
- El Bassam, N. (2001). *Handbook of bioenergy crops: A complete reference to species, development and applications*. Earthscan.
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*.
- Embaye, K., Weih, M., Ledin, S., & Christersson, L. (2005). Biomass and nutrient distribution in a highland bamboo forest in southwest Ethiopia. *Forest Ecology and Management*, 204(2–3), 159–169. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.09.018>
- Embaye, K., Weih, M., Ledin, S., & Christersson, L. (2005). Biomass and nutrient distribution in a highland bamboo forest in southwest Ethiopia: implications for sustainable management. *Forest Ecology and Management*, 204(2-3), 159–169. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.09.018>
- FAO. (2006). *Global Forest Resources Assessment 2005*.
- Fauziyah, E., & Sanudin. (2020). Bamboo, farmer motivation on cultivation and its affecting factors. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 935, 012008. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/935/1/012008> IOPscience

- Forest management and carbon sequestration studies: Zhao, X., et al. (2021). *Advances in Forest Management Research in the Context of Carbon Neutrality*. *Forests*, 13(11), 1810.
- Ghimire, B. (2008). Bamboo resources and utilization in Asia. *Journal of Bamboo and Rattan*, 7(3–4), 215–226.
- Ghimire, H. (2008). Bamboo for sustainable livelihood development. *International Journal of Bamboo and Rattan*, 7(1&2), 1–10.
- Global Change Ecosystems Research. (2000). *Carbon Cycle Overview and Its Role in Climate Change*.
- Gonzalez, M. E., & Fisher, J. B. (2020). Root anatomy and function in tropical woody bamboos. *Annals of Botany*, 125(6), 989–1002. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/aob/mcz204>
- Grand View Research. (2021). *Indonesia bamboos market size, share & trends analysis 2021–2028*.
- GTOS. (2009). *Biomass assessment: Monitoring forest degradation*. FAO Global Terrestrial Observing System.
- Hairiah, K., Sitompul, S.M., van Noordwijk, M., Cadisch, G. (2011). Carbon Sequestration in Agroforestry Systems. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(3), 435–450.
- Hanim, R., Roslan, M. K., & Arshad, A. M. (2010). Sustainable harvesting of bamboo: A case study in Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science*, 22(4), 417–425. <https://www.jstor.org/stable/23616767>
- He, X., Liu, Y., & Ni, H. (2025). Silkworm excrement organic fertilizer substitution compound fertilizer improves bamboo shoot yield by altering soil properties and bacterial communities. *Frontiers in Plant Science*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1550946> frontiersin.org
- He, Y., Isagi, K., & et al. (2007). Carbon sequestration in Moso bamboo plantations. *Forest Ecology and Management*, 252, 113–122.

- Hogarth, N. J. (2006). Bamboo in Vietnam: Socio-economic and environmental issues and potential for community-based forest management (Doctoral dissertation, University of Adelaide).
- Huang, Y., et al. (2023). The phytolith carbon sequestration in terrestrial ecosystems: the underestimated potential of bamboo forest. *Ecological Processes*, 12, 76. <https://doi.org/10.1186/s13717-023-00476-3>
- Igbokwe, G. O., Zubairu, Y. G., & Bello, A. G. (2016). Application of agroforestry techniques in the management of bamboo. *International Journal of Sustainable Agricultural Research*, 3(1), 29–34. <https://doi.org/10.18488/journal.70/2016.3.1/70.1.29.34> archive.conscientiabeam.com
- INBAR (International Bamboo and Rattan Organisation). (2018). *Bamboo as a Sustainable Resource: Guidelines for Plantation Management*. INBAR, Beijing, China
- INBAR (International Bamboo and Rattan Organisation). (2018). *Bamboo as a Biomass Energy Resource*. INBAR, Beijing, China
- INBAR (International Bamboo and Rattan Organisation). (2018). *The Climate Change Mitigation and Adaptation Potential of Bamboo*. INBAR, Beijing, China
- INBAR Africa. (2019). *Bamboo as a Fuel for Clean Cooking in Sub-Saharan Africa*. INBAR, Beijing, China
- INBAR. (2009). *Bamboo and climate change mitigation*. International Network for Bamboo and Rattan. INBAR, Beijing, China
- INBAR. (2013). *Manual for bamboo forest carbon assessment*. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR). <https://www.inbar.int/resources/manual-for-bamboo-forest-carbon-assessment>

- INBAR. (2019). *Bamboo for Climate Change Adaptation: Policy Recommendations for ASEAN*. INBAR, Beijing, China
- INBAR. (2020). *China's Bamboo Development: Lessons for the World*. INBAR, Beijing, China
- INBAR. (2020). *Environmental Benefits of Bamboo: Carbon Sequestration and Land Restoration*.
- INBAR. (2022). *Bamboo and Rattan Statistics: Trade and Market Trends 2021–2022*. INBAR, Beijing, China
- International Network for Bamboo and Rattan (INBAR). (2020). *Carbon sequestration and carbon emissions reduction through bamboo forests and products*. INBAR Technical Report. INBAR, Beijing, China
- IPCC. (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge University Press.
- IPCC. (2007). *Climate Change: Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press.
- Iris Publishers. (2023). *Characterization of morphological and microstructural properties of bamboo species for composite industry*. ICBC Journal.
- Isagi, K., et al. (1993). *Carbon accumulation in Moso bamboo in Japan*. *Journal of Wood Science*, 39, 279–286.
- Isagi, Y., Kawahara, T., Kamo, K., & Ito, H. (1997). *Net production and carbon cycling in a bamboo (*Phyllostachys pubescens*) grove*. *Ecological Research*, 12(1), 33–43. <https://doi.org/10.1007/BF02523772>
- Iskandar, J., & Ellen, R. (2000). *The Role of Traditional Ecological Knowledge in Forest Resource Management: The Case of the Baduy Community*. *Journal of Ethnobiology*, 20(1), 33–56.
- Jenkins, B. M., et al. (2010). *Biomass energy applications and implications*. *Biomass and Bioenergy*, 34(7), 923–937.

- Johnson, E. A. (2008). Ecological Structure and the Role of Interactions in Forest Dynamics. *Journal of Wood Science*. (2024). Fiber morphological characteristics of bamboo *Ferrocalamus strictus* culms.
- Kementerian Koperasi dan UKM. (2022). Profil UMKM Bambu di Indonesia.
- Kikky Vuspitasari, B., Veneranda Rini Hapsari, & Shanti Veronica Br Siahaan. (2023). The role of women in supporting the economy through woven bamboo. *Journal of Economic and Business Analysis*, 1(1), 54–61.
- Kim, N. H. (2009). Proximate and ultimate analysis of bamboo. *Bioresource Technology*, 100(24), 6436–6441. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.06.096>
- Kleinheinz, G. T., et al. (2000). Morphological characteristics of bamboo species for environmental applications. *Environmental Reviews*, 8(1), 65–77.
- Kleinhenz, V., & Midmore, D. J. (2001). Aspects of bamboo agronomy. *Advances in Agronomy*, 74, 99–153. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(01\)74031-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(01)74031-1)
- Krisdianto, D., Martawijaya, A., & Soerianegara, I. (2000). Pedoman Silvikultur Tanaman Bambu. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan dan Perkebunan.
- Krisdianto, S., Supriyanto, B., & Hartono, R. (2000). Bambu: Pemanfaatan dan Prospeknya. Balai Penelitian Kehutanan.
- Kuehl, Y., Li, Y., & Henley, G. (2013). Impacts of selective harvest on the carbon sequestration potential in Moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) plantations. *Forests, Trees and Livelihoods*, 22, 1–18.
- Kuehl, Y., Lobovikov, M., & van der Lugt, P. (2021). Unlocking the potential of bamboo for sustainable development. *Forest*

Policy and Economics, 132, 102587.
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102587>

- Kumar, B. M., George, S. J., & Chacko, K. C. (2010). Carbon stock in biomass and soil of tropical homegardens. *Agroforestry Systems*, 78(2), 171–179. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9218-5>
- Kumar, M., Chaudhry, P., & Arora, A. (2010). Bamboo as a carbon sink: Opportunities and challenges. *Environmental Science & Policy*, 13(6), 409–417. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.06.002>
- Kusumah, S. S., Ruslan, M., Daud, M., Wahyuni, I., Darmawan, T., Amin, Y., Massijaya, M. Y., & Subiyanto, B. (2011). Pengembangan papan komposit dari limbah perkebunan sago (*Metroxylon sago* Rottb.). In *Seminar Nasional MAPEKI XIV*. Universitas Gadjah Mada, 3–4 November 2011.
- Laemlaksakul, W., Kerdsoomboon, K., & Eiamsa-ard, S. (2006). Growth performance of bamboo species under varying conditions. *Bioresource Technology*, 97(4), 762–765. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.04.030>
- Lai, M. L., Ko, C. H., & Lin, C. C. (2006). Carbon sequestration potential of bamboo species. *Journal of Environmental Management*, 80(3), 253–259. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.08.006>
- Lal, R. (2008). Carbon Sequestration. In: Lorenz, K., Lal, R., & Felix, N. (2010).
- Lewis, M. (2000). *Bamboo forestry in Asia and the Pacific: A manual for extension officers*. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. <https://www.fao.org/3/x2450e/x2450e00.htm>
- Lewis, M. (2000). *Bamboo forestry in Asia and the Pacific: A manual for extension officers*. FAO.
- Li, R., Werger, M. J. A., & de Kroon, H. (1998). Carbon and nutrient dynamics in relation to growth in *Phyllostachys pubescens*.

Plant Ecology, 135(1), 41–52.
<https://doi.org/10.1023/A:1009760515927>

Liese, W. (2009). *Bamboo: The Plant and Its Uses*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-52141-7>

Liese, W., & Kohl, M. (2015). *Bamboo: The Plant and its Uses*. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14133-6>

Linville, D. E., Tietenberg, T. H., & Widjaya, E. A. (2000). Ecological characteristics of bamboo in Southeast Asia. *Journal of Tropical Forest Science*, 12(4), 719–734.

Littlewood, J., Wang, L., Turnbull, C., & Murphy, R. J. (2013). Techno-economic potential of bioethanol from bamboo in China. *Biotechnology for Biofuels*, 6, 173. <https://doi.org/10.1186/1754-6834-6-173>

Londoño, X., et al. (2002). Characterization of bamboo species and other biomasses with potential for thermal energy generation. *Revista Forestal*, 53, 110–121.

Lorenz, K., Lal, R., & Felix, N. (2010). Carbon Sequestration in Forest Soils. *Forest Ecology and Management*, 260(4), 442–453.

Lou, Y., He, Q., & Li, X. (2023). Bamboo forest as a nature-based solution for carbon neutrality: A review of mechanisms and global potential. *Journal of Cleaner Production*, 417, 138067. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138067>

Lv, Z.-G., et al. (2020). Effects of management practices on PhytOC storage in Moso bamboo forests. *Frontiers in Plant Science*, 11, 591852. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.591852>

Malanit, P. (2009). *Development of laminated bamboo lumber and its economic potential in Thailand (Ph.D. Thesis)*. Technische Universität Dresden.

Malhi, Y., et al. (1999). *Forest Carbon Stocks and Fluxes in the Tropics*. Science.

- Managing woody bamboos for carbon farming and carbon trading. (2015). *Global Ecology and Conservation*, 3, 654–663. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2015.03.002>
- Ma'ruf, H. (2020). *Arsitektur Tradisional Toraja: Kajian Material Lokal dan Nilai Ekologis*.
- Mayasari, K., Yunus, M., & Daud, M. (2015). Efektivitas pengawetan bambu untuk bahan material rumah apung Danau Tempe di Sulawesi Selatan. *Jurnal Permukiman*, 10(2), 118–129.
- Midmore, D. J. (2009). *Bamboo in the global and Australian context: Opportunities and challenges*. Rural Industries Research and Development Corporation, Australia.
- Midmore, D. J. (2009). *Bamboo in the global and Australian context: Opportunities and challenges*. Rural Industries Research and Development Corporation, Australia.
- Morisco, M. (1996). *Teknologi Konstruksi Bangunan Bambu*. Penerbit Kanisius.
- Morphological Analysis of Several Bamboo Species with Potential Structural Applications. (2023). *Polymers*, 13(13), 2126.
- Muin, M., Suhasaman, Oka, N. P., Putranto, B., Baharuddin, & Millang, S. (2006). Pengembangan Potensi dan Pemanfaatan Bambu sebagai Bahan Baku Konstruksi dan Industri di Sulawesi Selatan. Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (Balitbangda) Provinsi Sulawesi Selatan.
- Nath, A. J., & Das, A. K. (2009). Above- and below-ground biomass and carbon stocks in bamboo and dipterocarp forests of Assam, Northeast India. *International Journal of Ecology & Environmental Sciences*, 35(1), 33–42.
- Nath, A. J., Das, A. K., & Das, G. (2009). Above ground standing biomass and carbon storage in village bamboo grove of Barak Valley, Assam. *Journal of Environmental Biology*, 30(5), 685–688.

- Nath, A. J., Das, G., & Das, A. K. (2009). Biomass and carbon stock of a traditionally managed bamboo (*Dendrocalamus strictus*) forest of Assam, northeast India. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 35(3), 189–195.
- Nath, A. J., Lal, R., & Das, A. K. (2015). Managing woody bamboos for carbon farming and carbon trading. *Global Ecology and Conservation*, 3, 112–123.
- Nath, C., & Das, A. (2015). Soil carbon sequestration in bamboo agroforestry. *Agroforestry Systems*, 89(5), 815–826.
- Nath, C., & Das, A. (2015). Soil organic carbon sequestration in bamboo agroforestry in Northeast India. *Agroforestry Systems*, 89(5), 815–826.
- Nowak, D. J., Poudyal, N. C., & McNulty, S. G. (2017). Forest ecosystem services: Carbon and air quality. In *Trees at work* (USDA Gen. Tech. Rep. SRS 226).
- Nur, L. (2019). *Pola Pemanfaatan Bambu dan Tantangannya di Wilayah Pegunungan Gowa*. Disertasi Universitas Hasanuddin.
- Olander, L., Gibbs, H., Steininger, M., Swenson, J., & Murray, B. (2009). Reference scenarios for deforestation and forest degradation in support of REDD: A review of data and methods. *Environmental Research Letters*, 4(4), 044006.
- Pambudi, N. A. (2008). Potensi bambu sebagai sumber energi biomassa. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 4(2), 33–42.
- Pan, Y., et al. (2011). A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. *Science*, 333(6045), 988–993.
- Pan, Y., Zhang, H., & Liu, Q. (2023). Comparative carbon sequestration of bamboo and tree plantations: A meta-analysis. *Climate*, 11(1), 111. <https://doi.org/10.3390/cli11010111>
- Pandey, D., Brown, C., & Ball, J. (2008). Forest products and economic development: Bamboo as a sustainable resource.

- Forest Policy and Economics, 10(2), 116–123.
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2007.07.003>
- Panwar, N. L., Kaushik, S. C., & Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), 1513–1524. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.037>
- Peixoto, C. (2021). Elevated efficiency of C₃ photosynthesis in bamboo grasses: A possible consequence of enhanced refixation of photorespired CO₂. *GCB Bioenergy*, 13(8), 1206–1218. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12819>
- Picard, N., Saint-André, L., & Henry, M. (2012). Manual for building tree volume and biomass allometric equations: From field measurement to prediction. FAO and CIRAD.
- Prayogo, C., Muthahar, C., & Ishaq, R. M. (2021). Allometric equation of local bamboo for estimating carbon sequestration of bamboo riparian forest. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 905(1), 012002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/905/1/012002>
- Rahayu, S., Hairiah, K., & van Noordwijk, M. (Tahun tidak disebutkan). Estimasi Cadangan Karbon di Lahan Hutan Tropis.
- Rahayu, S., Kusmana, C., & Sari, D. K. (2020). The role of fast-growing species for carbon stock enhancement in degraded land. *Biodiversitas*, 21(4), 1456–1464. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210425>
- Rahman, M., & Syahrir, M. (2021). Analisis Dampak Lingkungan Pengelolaan Bambu di Sulawesi Selatan. *Jurnal Kehutanan Nusantara*, 7(2), 101–115.
- Rahman, M., Syahrir, M., & Yusuf, A. (2021). Pemanfaatan dan Pelestarian Bambu di Sulawesi Selatan. *Jurnal Kehutanan Tropis*, 9(2), 65–72.

- Rahmawati, I., Subandriyo, B., & Kartiwa, B. (2020). Peran vegetasi bambu dalam pengendalian erosi di DAS Hulu Citarum. *Jurnal Sumber Daya Hutan*, 5(1), 21–30.
- Rahmawati, I., Subandriyo, B., & Kartiwa, B. (2020). Peran vegetasi bambu dalam pengendalian erosi di DAS Hulu Citarum. *Jurnal Sumber Daya Hutan*, 5(1), 21–30.
- Ramananantoandro, T., et al. (2022). Bamboos (Bambusiadeae): plant resources with ecological, socio-economic and cultural virtues: A review. *Journal of Biological & Environmental Sciences*, 20, 4.
- Rijal, H. B., Zuraimi, M. S., & Jaafar, M. N. (2022). Assessing the governance and challenges of private forest management in tropical Asia. *Forest Policy and Economics*, 139, 102741. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102741>
- Rogner, H.-H., Zhou, D., Bradley, R., Crabbe, P., Edenhofer, O., Hare, B., ... Yamaguchi, M. (2007). Introduction. In B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, & L. A. Meyer (Eds.), *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change* (pp. 95–116). Cambridge University Press.
- Ruslan, M., & Daud, M. (2014). Papan semen komposit dari limbah kelapa (*Cocos nucifera* L.) pada berbagai variasi ukuran dan bentuk partikel. *Workshop Balai Penelitian Teknologi Perumahan Tradisional Makassar*
- Ruslan, M., Daud, M., Latief, L., Pratama, W., & Firmanti, A. (2012). Ketahanan dari serangan rayap tanah dari bambu yang diawetkan dengan boron dengan metode modified Boucherie (MoBooRi). In *Seminar Nasional MAPEKI XV*. Makassar, 6–7 November 2012.
- Ruslan, M., Daud, M., Muin, M., & Firmanti, A. (2012). Efektivitas pengawetan bambu menggunakan boron dengan metode modified Boucherie (MoBooRi). *Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Makassar*.

- Ruslan, M., Daud, M., Muin, M., Latief, L., & Firmanti, A. (2012). Resistance of boron-treated bamboos using a modified Boucherie method against beetles. In 4th International Symposium of Indonesian Wood Research Society. Quality Plaza Hotel, Makassar, 7–8 November 2012.
- Salim, E. (2005). Peran Vegetasi dalam Mitigasi Perubahan Iklim.
- Samalca, R. (2007). Estimating Forest Biomass Using Remote Sensing. CIFOR.
- Sanusi, W. (1997). Fotosintesis dan peranan karbon dalam biomassa tanaman. *Jurnal Biologi Indonesia*, 3(2), 67–74.
- Schott, M. (2006). Bamboo as a sustainable alternative: Chemical properties and applications. *Wood Science and Technology*, 40, 647–656. <https://doi.org/10.1007/s00226-006-0096-3>
- Scurlock, J. M. O., Dayton, D. C., & Hames, B. (2000). Bamboo: An overlooked biomass resource? *Biomass and Bioenergy*, 19(4), 229–244. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(00\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(00)00038-6)
- Sedjo, R. A., Solomon, A. M., & Brown, S. (1988). The role of forest plantations in the global carbon cycle. *Environmental Science & Technology*, 22(5), 549–554. <https://doi.org/10.1021/es00170a601>
- Semi-arid forestation sequestration: Qubaja, R., et al. (2022). Potential Global Sequestration of Atmospheric Carbon....
- Shanmughavel, P., & Francis, K. (1996). Productivity rates of sympodial bamboo species. *Journal of Tropical Forest Science*, 8, 259–267.
- Sharma, B., Gatóo, A., Bock, M., & Ramage, M. H. (2018). Engineered bamboo for sustainable construction. *Construction and Building Materials*, 174, 956–963. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.165>
- Singh, A., Sharma, P., & Das, P. (2018). Empowering Women Through Bamboo Enterprise in North-East India.

- Singh, K. P., & Singh, J. S. (1998). *Forests of Himalaya: Structure, functioning and impact of man*. Gyanodaya Prakashan.
- Singnar, P., Rethy, P., Sahoo, U. K., & Upadhyaya, K. (2017). Estimation of belowground biomass and carbon stock of selected bamboo species in North-East India. *Current Science*, 113(1), 151–156. <https://doi.org/10.18520/cs/v113/i01/151-156>
- Singnar, P., Rethy, P., Sahoo, U. K., & Upadhyaya, K. (2017). Estimation of belowground biomass and carbon stock of selected bamboo species in North-East India. *Current Science*, 113(1), 151–156. <https://doi.org/10.18520/cs/v113/i01/151-156>
- Sohel, M. S. I., Alamgir, M., Akhter, S., & Rahman, M. (2015). Carbon storage in a bamboo (*Bambusa vulgaris*) plantation in the degraded tropical forests: implications for policy development. *Environmental Management*.
- Stapleton, C. M. A., Dransfield, S., & Widjaja, E. A. (1997). Bamboo silviculture and management. *Journal of Bamboo and Rattan*, 1(1), 1–16.
- Stapleton, C. M. A., Vorontsova, M. S., & Dransfield, S. (1997). Ecological implications of bamboo harvesting: Regeneration and management. *Journal of Bamboo and Rattan*, 1(2), 127–138.
- Stern, N. (2002). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press.
- Sulthoni, A. (1983). *Bambu sebagai Sumber Daya Hutan Tropika*. Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian Hasil Hutan.
- Sulthoni, A. (1994). *Bambu dan Pemanfaatannya sebagai Sumber Daya Terbarukan*. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Supriyanto, B., Muttaqin, Z., & Rusli, A. R. (2023). The potential of bamboo and the contribution of bamboo craftsmen to the community's income in Cibadak Village, Bogor City, Indonesia. *Biodiversitas*, 24(10), 5796–5807. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d241062>

- Sutaryo. (2009). Biomassa dan cadangan karbon hutan tropika Indonesia. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 5(2), 87–101.
- Sutrisno, E. (2020). Peran Perhutanan Sosial dalam Restorasi Ekosistem Bambu di Jawa Barat. *Jurnal Hutan Lestari*, 5(3), 87–100.
- Sutrisno, E. (2021). Urgensi Kebijakan Nasional dalam Konservasi Hutan Bambu. *Jurnal Politik dan Kebijakan*, 6(1), 77–90.
- Suyanto, S., Wulandari, C., & Sari, D. A. P. (2022). Pengembangan agroforestri bambu untuk mitigasi perubahan iklim dan peningkatan pendapatan petani. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 12(2), 145–154.
- Suyanto, S., Wulandari, C., & Sari, D. A. P. (2022). Strategi pengelolaan bambu secara partisipatif di lahan rakyat. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 12(2), 145–154.
- Suzuki, F., Rossi, F., et al. (2024). Carbon sequestration in a bamboo plantation: Mediterranean case. *Journal of Forestry Research*.
- Teobaldelli, L., et al. (2010). Valuing Ecosystem Services from Forests. *Environmental Science & Policy*.
- Thokchom, S., Haque, A., & Das, S. (2021). Bamboo forest management: Challenges and policy interventions in India. *Forest Ecology and Management*, 482, 118889. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118889>
- Tippayawong, N., et al. (2010). Characteristics of bamboo as a renewable biomass resource. *Renewable Energy*, 35(12), 2593–2600. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.04.007>
- UNIDO. (2021). Empowering Bamboo-Based SMEs for Inclusive Green Economy.
- Van der Lugt, P. (2008). Design interventions for stimulating bamboo commercialization. TU Delft.
- Van der Lugt, P., Van den Dobbelsteen, A., & Janssen, J. (2006). An environmental, economic and practical assessment of bamboo

- as a building material for supporting structures. *Construction and Building Materials*, 20(9), 648–656. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.02.023>
- van der Lugt, P., van den Dobbelsteen, A., & Janssen, J. J. A. (2019). Bamboo as an inclusive solution for sustainable development. World Bamboo Organization.
- Van der Lugt, P., Vogtländer, J., Brezet, H., & van der Laan, J. (2018). Bamboo as a sustainable construction material: Life cycle assessment and carbon footprint. *Construction and Building Materials*, 193, 337–349. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.10.192>
- Wang, D. (2006). Management of bamboo forest in Asia and the Pacific. Asia-Pacific Forestry Commission, FAO.
- Wang, S. et al. (2013). Bamboo is one of the important plants [...] Indonesia. *Biodiversitas*.
- Wardoyo, T. (2009). Peran hutan dalam mitigasi perubahan iklim global. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 6(2), 127–139.
- Watson, J. E. M., et al. (2007). Forest carbon monitoring: A framework for effective climate policy. *Global Environmental Change*, 17(3–4), 345–357.
- Watson, R.T., et al. (Tahun tidak disebutkan). Land Use, Land-Use Change and Forestry: IPCC Special Report.
- Wei, W. J., Wang, B., Liu, C. J., You, W. Z., Niu, X., & Man, R. Z. (2013). Biomass and carbon stock in Moso bamboo forests in subtropical China: characteristics and implications. *Journal of Tropical Forest Science*, 25(1), 137–148.
- Why is the bamboo industry important? (2024, October 28). Rebo Bamboo. Retrieved from <https://www.rebo-bamboo.com/news/why-is-the-bamboo-industry-important>
- Widjaja, E. A. (2001). Bambu: Jenis dan Pemanfaatannya. Puslitbang Biologi-LIPI.

- Widjaja, E. A. (2019). Bamboo diversity of Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(1), 91–109. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200112>
- Widjaya, E. A. (2001). *Taksonomi dan Ekologi Bambu Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Widjaya, E. A., Wibowo, A., & Supriyanto, B. (2005). *Bambu Indonesia: Sumber Daya dan Potensinya*. Pusat Litbang Hasil Hutan.
- World Bamboo Organization. (2020). *Creative Uses of Bamboo in Modern Design*.
- Xiao, Y. (2001). Integrated bamboo forest management for multiple uses: A review. *Forest Ecology and Management*, 150(1–2), 41–49. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00680-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00680-1)
- Xu, H., et al. (2018). Carbon stock of Moso bamboo forests along a latitudinal gradient in subtropical China. *PLoS ONE*, 13(2), e0193024
- Xu, J., Chen, X., & Jiang, H. (2018). Carbon sequestration across bamboo forests in China. *Forest Ecology and Management*.
- Xu, J., et al. (2007). Biomass and carbon stock estimation in bamboo forests. In Yiping et al., *Bamboo and Climate Change Mitigation*. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR).
- Xu, M., Ji, H., & Zhuang, S. (2018). Carbon stock of Moso bamboo forests along latitude gradient. *PLoS One*, 13(2), e0193024.
- Xu, P.-K., Jiang, P.-K., Chang, S. X., Zhang, Y., & Ying, Y.-Q. (2014). Production of carbon occluded in phytolith is season-dependent in a bamboo forest. *PLOS ONE*, 9(9), e106843. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106843>
- Yadav, J. S. P. (1963). Soil conservation and bamboo vegetation. In *Proceedings of the Symposium on Soil Conservation in India* (pp. 122–135). Indian Council of Agricultural Research.

- Yang, Y., Liu, Q., & Luo, J. (2021). Aboveground biomass and carbon stock estimation of bamboo forest using remote sensing data. *Remote Sensing of Environment*, 259, 112406. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112406>
- Yen, J. C., & Lee, C. (2011). Carbon sequestration capacity of Moso bamboo compared to fir and tropical rainforest. *Science of the Total Environment*, 409(23), 5015–5021.
- Yen, T. M., Ji, Y. J., & Lee, J. S. (2011). Comparing aboveground carbon sequestration between moso bamboo and China fir forests based on the allometric model. *Forest Ecology and Management*, 261, 995–1002. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.12.002>
- Yiping, L., Yanxia, L., Buckingham, K., Henley, G., & Guomo, Z. (2010). Bamboo and climate change mitigation: A comparative analysis of carbon sequestration. *International Network for Bamboo and Rattan*
- Yudani, P. (2021). Kearifan Lokal dalam Konservasi Hutan Bambu: Studi Kasus Penglipuran. *Jurnal Sosiologi Alam*, 4(1), 45–56.
- Yuen, J. Q., Fung, T., Ziegler, A. D., & Webb, E. L. (2017). Carbon stocks in bamboo ecosystems worldwide: Estimates and uncertainties. *Forest Ecology and Management*, 393, 113–138. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.03.017>
- Yuen, J. Q., Fung, T., Ziegler, A. D., & Webb, E. L. (2017). Carbon stocks in bamboo ecosystems worldwide: Estimates and uncertainties. *Forest Ecology and Management*, 393, 113–138. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.03.017>
- Zhang, Y., Wang, L., & Wang, Q. (2023). Growth dynamics & biomass accumulation in subtropical bamboo. *BMC Plant Biology*, 23, 288.
- Zhao, H., Liu, X., & Zhang, D. (2019). High-performance engineered bamboo: Current development and future prospect. *Construction and Building Materials*, 208, 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.02.143>

Zheng, X., & et al. (2014). Phytolith carbon sequestration in Chinese bamboo. *Chinese Science Bulletin*, 59, 4816–4822.

PROFIL PENULIS



Dr. Ir. Baharuddin, MP., lahir di Soppeng, Sulawesi Selatan, pada tanggal 5 November 1965. Pendidikan dasar hingga Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikannya di daerah kelahiran. Seluruh jenjang pendidikan tinggi, mulai dari Sarjana (S1), Magister (S2), hingga Doktor (S3), ditempuh di Universitas Hasanuddin dengan fokus keilmuan pada bidang kehutanan. Pada setiap jenjang tersebut, penelitian tugas akhirnya selalu berkaitan dengan hasil hutan bukan kayu (HHBK), mulai dari studi tentang lak dan ulat sutera, hingga disertasi yang mengangkat topik biomassa bambu.

Karier akademik sebagai dosen dimulai sejak tahun 1989, dengan mata kuliah yang pertama kali diajarkan antara lain Hasil Hutan Bukan Kayu, Pengawetan Kayu, serta Pengukuran dan Pengujian Kayu. Seiring dengan dinamika perubahan kurikulum dan pengembangan program studi, cakupan pengajaran yang diampu meluas ke berbagai mata kuliah lain seperti Remote Sensing, Sistem Informasi Geografis (SIG), Ilmu Ukur Kayu, Pengolahan Hasil Hutan Bukan Kayu, Rekayasa Pemanfaatan Hasil Hutan, Industri Kreatif Hasil Hutan, Serat dan Pangan Hutan, Bioenergi, serta Ekstraktif dan Minyak Atsiri.

Sebagian besar karya ilmiah yang dipublikasikan mengangkat tema hasil hutan bukan kayu, yang telah diterbitkan dalam berbagai jurnal nasional dan internasional. Saat ini, Baharuddin juga aktif sebagai peneliti utama dalam kelompok riset *Thematic Research Group (TRG) Non-Timber Forest Product*

Diversification, yang menjadi platform strategis untuk mendorong diversifikasi dan hilirisasi produk HHBK.

Selain fokus pada kehutanan sebagai sumber pangan dan energi, penelitian yang dilakukan juga mencakup berbagai kelompok HHBK lainnya, seperti lebah madu, ulat sutera, dan minyak atsiri. Dalam beberapa tahun terakhir, arah penelitian lebih difokuskan pada pengembangan potensi hutan sebagai sumber energi terbarukan dan pangan lokal yang berkelanjutan, sejalan dengan upaya mitigasi perubahan iklim dan penguatan ketahanan masyarakat.



Ir. M. Daud, S.Hut., M.Si., IPM, C.EIA, CSOPA, CETP, lahir di Bisang, Enrekang, Sulawesi Selatan pada tanggal 29 November 1985. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar hingga menengah atas di Enrekang dan melanjutkan studi tinggi di Program Studi Kehutanan Universitas Hasanuddin (UNHAS), lulus sarjana (S1) tahun 2007. Gelar magister (S2) diraih di Institut Pertanian Bogor (IPB) tahun 2010. Pada tahun 2020, penulis menyelesaikan program profesi insinyur bidang Teknik Kehutanan di IPB.

Saat ini, penulis menjabat sebagai Kepala Laboratorium Pemanfaatan Hasil Hutan dan Wakil Direktur Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Hutan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Makassar. Selain itu, penulis juga merupakan Editor-in-Chief *Forest Services Journal*. Bidang keahlian penulis meliputi hasil hutan bukan kayu (HHBK), bioenergi, biomassa dan dinamika karbon hutan, mitigasi perubahan iklim, serta analisis dampak lingkungan pada pengolahan hasil hutan. Sebagai akademisi dan peneliti aktif, penulis telah mempublikasikan 83 artikel ilmiah dalam jurnal dan prosiding nasional maupun internasional, serta menerbitkan 13 buku. Penulis aktif memperoleh hibah riset dari lembaga nasional seperti Direktorat Jenderal

Pendidikan Tinggi (DIKTI), serta hibah penelitian dari mitra dan institusi internasional, yang mendukung fokus penelitiannya.

Pengalaman organisasi cukup luas, dimulai dari organisasi kepemudaan dan kemahasiswaan seperti Sylva Indonesia, HMI, KMKM, HPMM, RIMPALA, Tree Climber Organization (TCO). Di tingkat organisasi dan pengabdian masyarakat, penulis aktif sebagai anggota pimpinan Lembaga Resiliensi Bencana Pimpinan Wilayah Muhammadiyah Sulawesi Selatan dan terlibat dalam berbagai organisasi profesi seperti Persatuan Insinyur Indonesia (PII), Persatuan Tenaga Ahli Lingkungan Hidup Indonesia (PERTALINDO), Indonesian Life Cycle Assessment Network (ILCAN), International Union of Forest Research Organizations (IUFRO), International Bamboo and Rattan Organization (INBAR), Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI), Komunitas Manajemen Hutan Indonesia (KOMHINDO), Masyarakat Konservasi Tanah dan Air (MKTI), serta Climate Reality Project.

Penulis juga memegang berbagai sertifikasi profesional antara lain: Dosen Profesional, Auditor SVLK, Insinyur Profesional Madya (IPM), Auditor Lingkungan, Ketua Tim Penyusun AMDAL (KTPA), Ahli K3 Umum, Analis SOP, Trainer Profesional, Auditor ISO, dan Climate Leader, serta Pendamping Proses Produk Halal. Selain sebagai akademisi, penulis aktif menjadi narasumber pada forum nasional dan internasional, serta menjadi konsultan ahli di bidang kehutanan dan lingkungan, khususnya studi AMDAL, studi kelayakan, audit lingkungan, LCA-PROPER, dan pemberdayaan masyarakat sekitar hutan serta pendidikan perubahan iklim.

Berbagai penghargaan telah diraih, antara lain sebagai lulusan terbaik di jenjang SD, SLTP, SMA, dan perguruan tinggi (baik fakultas maupun universitas). Penulis juga mendapat penghargaan sebagai Mahasiswa Pascasarjana Berprestasi IPB, serta penghargaan sebagai Pelopor Insinyur Teregistrasi Bidang Kehutanan dari Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, dan Climate Leader dari The Climate Reality Project, USA.

Penulis dapat dihubungi melalui email: muhdaud@unismuh.ac.id
mdaudhammasa@gmail.com