

POTENSI DAN MASA DEPAN SERAT ALAM INDONESIA SEBAGAI BAHAN BAKU ANEKA INDUSTRI

THE POTENCY AND FUTURE OF INDONESIA'S NATURAL FIBRES AS RAW MATERIALS FOR VARIOUS INDUSTRIES

Ono Suparno

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University
Kampus IPB Dramaga, Dramaga, Bogor 16680, Indonesia
E-mail: ono.suparno@apps.ipb.ac.id

Makalah: Diterima 3 Februari 2019; Diperbaiki 10 Agustus 2020; Disetujui 20 Agustus 2020

ABSTRACT

Indonesia is one of the producing countries of natural fibre commodities, both vegetable and animal fibres. Indonesia exports natural fibres and at the same time needs a large quantity of natural fibers which is satisfied by imports. The natural fibre user industry contributes as a source of the state revenue. This article was written descriptively through a literature review and an analysis of data on the potential and future of Indonesian natural fibres as raw materials for various industries. The results of this study indicated that natural fibre from Indonesia had the potential to be used as raw materials for various industries by increasing the quantity of supplies and their qualities; the uses of natural fibres are not only for conventional uses, but continues to grow with the development of science, technology and art to create innovations based on natural fibres and take awareness of the importance of environmentally friendly products; and natural fibres have good prospects or technoeconomically feasible to be developed as raw materials for various industries.

Keywords: business feasibility, export, fibre uses, industry, natural fibre, production, raw material

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil komoditas serat alam, baik serat tumbuhan (nabati) maupun hewani. Indonesia mengeksport serat alam dan sekaligus membutuhkan serat alam dalam jumlah yang cukup besar yang dipenuhi dari impor. Industri pengguna serat alam berkontribusi sebagai sumber pendapatan negara. Artikel ini ditulis secara deskriptif melalui studi pustaka dan analisis data terhadap potensi dan masa depan serat alam Indonesia sebagai bahan baku aneka industri. Hasil studi ini menunjukkan bahwa serat alam Indonesia berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku aneka industri dengan cara meningkatkan jumlah pasokan dan mutunya; penggunaan serat alam tidak hanya untuk penggunaan konvensional, tetapi terus berkembang seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni (IPTEKS) untuk menciptakan inovasi berbasis serat alam dan kesadaran akan pentingnya produk yang ramah lingkungan; dan serat alam memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan baku aneka industri.

Kata kunci: kelayakan usaha, ekspor, serat alam, penggunaan serat, industri, produksi, bahan baku

PENDAHULUAN

Serat merupakan filamen kecil dari bahan alami atau sintetik yang memiliki aspek rasio minimum 100 kali dan memiliki sifat fleksibel dan kuat. Serat dapat dikelompokkan sebagai serat alam, serat semisintetik, dan serat sintetik. Contoh serat alam adalah serat kapas, rami, sutra, wol, dan asbes. Serat alam memiliki berbagai keunggulan dan sudah lama digunakan dalam memenuhi kebutuhan manusia dan berbagai industri. Serat alam digunakan dalam industri tekstil, kertas, kerajinan, aksesoris, dekorasi, dan material biokomposit.

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil komoditas serat kapas, rami, sisal, kenaf, dan sutra. Indonesia juga mengeksport serat alam. Namun, di sisi lain, Indonesia membutuhkan serat alam dalam jumlah yang cukup besar yang ditunjukkan dengan nilai impor yang relatif tinggi

(ITC, 2019). Industri pengguna serat alam berkontribusi sebagai sumber pendapatan bagi Indonesia. Industri berbasis serat alam di Indonesia perlu terus dikembangkan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan rakyat Indonesia.

Dengan latar belakang tersebut, artikel ini ditulis untuk memberikan informasi mengenai potensi dan masa depan serat alam Indonesia sebagai bahan baku aneka industri berdasarkan hasil studi pustaka dan analisis data yang selanjutnya dapat dijadikan sebagai bahan kajian dan diskusi untuk pengembangan serat alam di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Artikel ini ditulis secara deskriptif melalui studi pustaka dan analisis data serat alam Indonesia. Potensi dan masa depan serat alam Indonesia sebagai

bahan baku aneka industri dikaji berdasarkan nilai ekspor dan impor, kelayakan usaha, dan potensi produksi dan penggunaan serat alam Indonesia. Aspek yang dikaji dalam potensi produksi dan penggunaan serat alam Indonesia adalah keunggulan serat alam, potensi budidaya serat alam, dan potensi penggunaan serat alam.

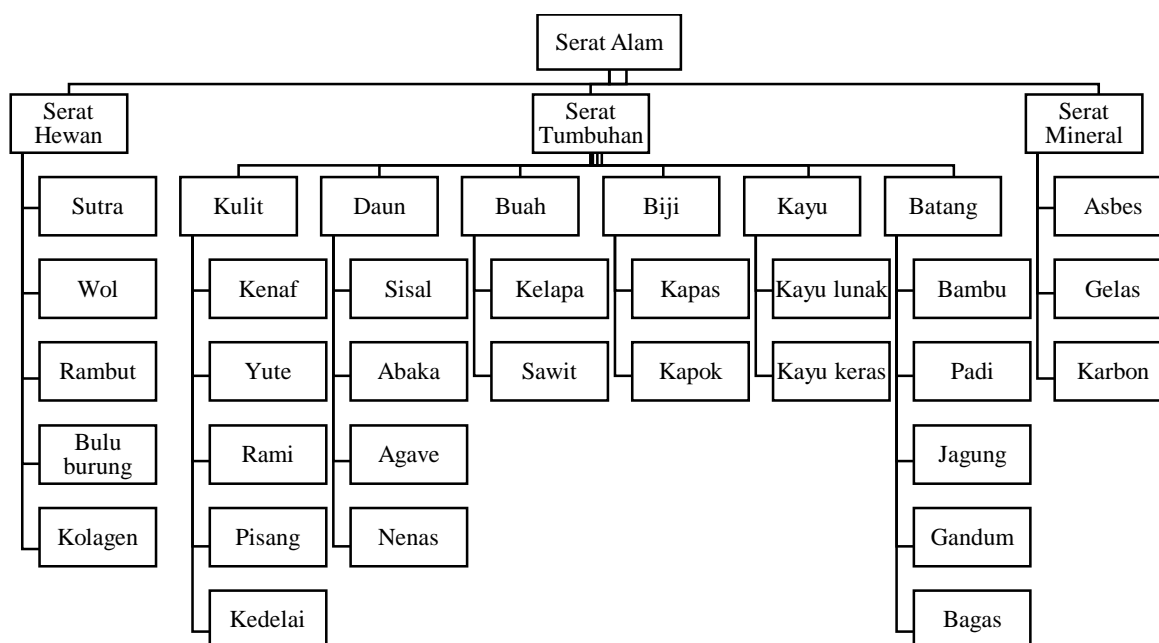
HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis-jenis Serat Alam Indonesia dan Penggunaannya

Serat alam terdiri atas serat tumbuhan, serat hewan, dan serat mineral. Serat hewan tersusun atas

protein, sedangkan serat tumbuhan tersusun atas selulosa atau lignoselulosa. Serat alam dan klasifikasinya diilustrasikan pada Gambar 1.

Serat alam yang dihasilkan di Indonesia berupa serat nabati, yakni kapas, rami, sisal, sabut kelapa, yute, kenaf, daun nenas, serat pisang, dan bambu; sedangkan serat hewani, yakni sutra, wol, dan serat kolagen. Serat alam digunakan untuk menghasilkan berbagai produk melalui proses pengolahan yang sesuai (Tabel 1). Selain itu, serat kolagen dari kulit diproses menjadi kulit samak (*leather*).



Gambar 1. Serat alam dan klasifikasinya

Tabel 1. Penggunaan umum dan proses pengolahan serat alam

No.	Penggunaan ^a	Proses Pengolahan
1	Tekstil	Serat dipintal menjadi benang kemudian ditenun atau dirajut menjadi kain
2	Tali atau tambang	Serat dipilin bersama tetapi tidak ditenun
3	Sikat	Serat untuk sikat harus kuat dan kaku, tetapi juga fleksibel
4	Bahan pengisi	Serat digunakan untuk mengisi bantal, matras, kasur), gala (jahitan di antara papan, tong, dll.) dan pengepakan
5	Produk anyaman	Serat dianyam lebar, rata, lentur yang saling terkait untuk membuat topi, sandal, keranjang, kursi, tikar, dll.
6	Atap bangunan	Serat seperti daun, jerami dan alang-alang disusun sebagai penutup atap bangunan
7	Kain alami	Kulit pohon dibuat lembaran tipis menjadi pakaian kasar (<i>barkcloth</i>)
8	Serat buatan	Serat diproses secara semisintetik menggunakan perlakuan kimia untuk menghasilkan serat buatan seperti viscose, asetat, dan tri-asetat
9	Kertas	Selulosa dari serat kayu, jerami sereal, bambu, dll. dimurnikan kemudian diproses untuk menghasilkan kertas
10	Bahan bangunan dan konstruksi	Serat alam diproses menjadi papan partikel, papan serat (MDF), komposit matriks anorganik (IMC)
11	Penggunaan lain	Serat diproses untuk menahan dan lapisan karpet, geotekstil, mulsa pertanian, pot tanaman <i>biodegradable</i> , <i>press-moulded composites</i> untuk panel pintu di industri otomotif, dll.
12	Kulit samak ^b	Serat kolagen dari kulit hewan disamak dengan bahan penyamak menjadi kulit samak (<i>leather</i>)

^aBrink dan Escobin (2003), ^bSuparno (2018)

Serat kapas (*Gossypium* sp.) digunakan untuk bahan baku tekstil dan produk tekstil serta bidang kesehatan dan kecantikan (Subiyakto, 2011). Namun, ketersediaan bahan baku tersebut masih belum terpenuhi karena produksi kapas rendah, petani kurang berminat menanam kapas, dan kebutuhan kapas dalam negeri terus meningkat (Sumartini *et al.*, 2013). Peningkatan produktivitas kapas dapat ditempuh dengan perbaikan teknik budi daya dan penggunaan varietas unggul (Ditjenbun, 2015). Luas areal perkebunan kapas di Indonesia berkisar 11,287 Ha dengan jumlah produksi 2.558 ton (Ditjenbun, 2013).

Rami (*Boehmeria nivea* S. Gaud) merupakan penghasil serat yang memiliki kompatibilitas yang baik dengan jenis serat yang lain, sehingga mudah dicampur dengan jenis serat yang lain (Novarini dan Sukardan 2015). Produk serat rami telah digunakan sebagai bahan kertas dan tekstil (Diharjo 2006). Produksi rami mencapai 100 ribu ton per tahun, lebih besar daripada produksi serat abaka yang mencapai 70 ribu ton per tahun (Eichhorn *et al.*, 2001).

Sisal (*Agave sisalana* L.) merupakan tanaman penghasil serat yang kuat dan tahan terhadap kadar garam tinggi (Santoso, 2009). Sebagian besar serat sisal digunakan untuk membuat tali tambang, campuran karpet, kuas, keset, dan sapu. Indonesia menghasilkan serat sisal sebesar 500 ton/tahun (Balittas, 2014). Kelapa (*Cocos nucifera*) adalah tanaman perkebunan yang menghasilkan sabut kelapa. Serat sabut kelapa dapat digunakan pada industri mebel, kerajinan rumah tangga, dan berpotensi sebagai penguat pada komposit polimer (Amin dan Samsudi, 2010).

Yute (*Corchorus capsularis* dan *C. olitorius*) menghasilkan serat yang kuat dan kilau sedang tetapi kasar, digunakan sebagai bahan pembungkus dan karung, juga sebagai pelapis permadani, isolasi listrik, dan tali temali. Seratnya kuat tetapi getas dengan kemuluran rendah (1,7%) (Bismarch *et al.*, 2005). Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) digunakan sebagai alternatif bahan baku industri pulp dan kertas. Kenaf banyak dibudidayakan di lahan bonorowo. Luas areal pertanaman kenaf di Indonesia 3000 ha di Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, dan Kalimantan. Produksi serat kenaf di lahan bonorowo mencapai 3,0-3,5 ton/ha, sementara di lahan kering 2,5-3,0 ton/ha pada umur panen 4-5 bulan (Sudjindro, 2012).

Serat daun nanas (*Ananas comosus* L. Merr.) memiliki kekuatan yang tinggi dan permukaan yang halus, sehingga dapat digunakan sebagai sumber serat alam dan telah dikembangkan sebagai penguat komposit polimer. Tanaman nanas dapat tumbuh dengan baik di daerah tropik dan daerah subtropik maupun daerah yang mempunyai keadaan iklim basah serta kering (Setyawan *et al.*, 2012). Tanaman pisang (*Musa acuminata*) menghasilkan biomassa seperti tandan, batang semu, dan daun yang tergolong

bahan berkadar serat tinggi (Zuluaga *et al.*, 2007). Quintana *et al.* (2009) memproduksi papan tanpa perekat menggunakan tandan pisang. Batang pisang berpotensi diekstrak seratnya.

Bambu (*Phyllostachys* sp.) memiliki kandungan selulosa dan lignin yang tinggi, serta masa pematangan yang singkat. Mudah tumbuh di hutan atau perkebunan. Ada banyak jenis bambu, dan harganya cukup murah untuk memenuhi kebutuhan yang luas untuk pembuatan papan (Tajuddin *et al.*, 2016). Serat bambu sudah digunakan untuk bahan baku kertas, tekstil, kaus kaki, dan sepatu. Bahari *et al.* (2008) berhasil membuat papan serat bambu tanpa perekat melalui proses *digesting*.

Serat sutra berbentuk filamen dan dihasilkan oleh kepompong ulat *Bombix mori*. Serat sutra memiliki daya serap air tinggi, kuat, lembut, tahan kusut. Sutra dimanfaatkan untuk pakaian wanita, kaos kaki wanita, dasi, dan dibidang kesehatan untuk *tissue engineering*. Wol merupakan serat yang terpenting diantara serat-serat binatang, berasal dari domba, berbentuk stapel atau pendek. Wol digunakan sebagai bahan baku untuk pakaian, baju hangat, selimut, permadani, kerajinan tenun, dan rajut.

Serat kolagen diekstraksi dari kulit dan tulang hewan. Kolagen banyak digunakan untuk keperluan biomedik, industri farmasi, industri makanan, industri obat, dan kosmetik (Suparno dan Prasetyo, 2019). Serat kolagen pada kulit hewan dapat diproses menjadi kulit samak (*leather*) dengan proses penyamakan (*tanning*). Secara umum, kulit samak digunakan untuk membuat produk-produk alas kaki, pakaian, sarung tangan, *leathergoods*, *heavy leather*, dan *upholstery* (Suparno, 2018).

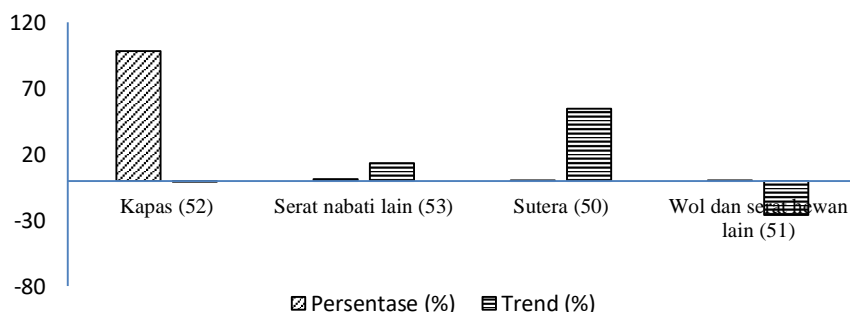
Ekspor dan Impor Serat Alam

Indonesia mengeksport serat alam rata-rata sebesar US\$ 0,841 miliar per tahun dengan rata-rata trend ekspor sebesar -0,11% per tahun, sedangkan impor yang lebih tinggi, yakni US\$ 2,448 miliar per tahun dengan rata-rata trend impor sebesar -0,53 per tahun dalam lima tahun terakhir (2014-2018) (ITC, 2019). Indonesia mengimpor serat alam sekitar 3 kali lipat nilai ekspornya, sehingga nilai impor lebih besar sekitar US\$ 1,608 miliar dibandingkan dengan nilai ekspor (Tabel 2).

Eksport serat alam Indonesia didominasi oleh kapas (52) sebesar 98,4% dari jumlah nilai ekspor serat alam dengan negara tujuan China, Japan, Bangladesh, Republic of Korea, USA, Phillipine, Viet Nam, Malaysia, Thailand, Germany, dan lainnya. Ekspor kapas cenderung menurun rata-rata sebesar -0,14% per tahun dalam lima tahun terakhir (Gambar 2). Ekspor serat nabati lainnya (53) sebesar 1,3% yang cenderung meningkat rata-rata sebesar 13,16% per tahun dalam lima tahun terakhir dengan negara tujuan China, Japan, Republic of Korea, Singapore, Phillipine, Slovenia, Italy, Malaysia, Netherlands, Germany, dan lainnya (ITC, 2019).

Tabel 2. Nilai ekspor dan impor serat alam Indonesia (Ribu US Dolar)^b

	2014	2015	2016	2017	2018	Rata-rata
Ekspor	918.691	838.360	792.739	828.798	824.470	840.612
Trend Ekspor (%)	9,6%	-8,7%	-5,4%	4,5%	-0,5%	-0,11%
Impor	2.654.141	2.294.083	2.279.196	2.418.951	2.596.545	2.448.583
Trend Impor (%)	-1,9%	-13,6%	-0,6%	6,1%	7,3%	-0,53%
Rasio Ekspor- Impor	0,35	0,37	0,35	0,34	0,32	0,34
Selisih Ekspor- Impor	-1.735.450	-1.455.723	-1.486.457	-1.590.153	-1.772.075	-1.607.972



Gambar 2. Persentase dan trend ekspor serat alam Indonesia tahun 2014 – 2019 (ITC, 2019)

Ekspor serat hewani terdiri atas serat sutra (50) sebesar 0,1% dan wol dan serat hewan lainnya (51) sebesar 0,2% dengan tujuan ekspor ke Malaysia, Myanmar, India, Thailand, Cyprus, USA, China, Maldives, Netherlands, Dominican Republic, lainnya. Ekspor sutra cenderung meningkat dalam lima tahun terakhir sebesar 54,49% dan ekspor wol dan serat hewan lainnya (51) cenderung menurun -26,01% (Gambar 2).

Nilai impor serat alam Indonesia didominasi oleh kapas (52) sebesar 92,9% dari jumlah nilai impor serat alam dengan negara pemasok adalah China, Japan, Bangladesh, Republic of Korea, USA, Philippines, Viet Nam, Malaysia, Thailand, dan lainnya (Gambar 3). Impor serat kapas cenderung menurun rata-rata sebesar -0,93% per tahun dalam lima tahun terakhir. Nilai impor serat nabati lainnya (53) rata-rata sebesar 1,8 %, sutra (50) 0,1%, dan serat hewan lainnya (51) 5,2% dari jumlah nilai impor rata-rata per tahun dalam lima tahun terakhir (ITC, 2019). Secara umum, impor serat alam selain kapas cenderung meningkat per tahunnya, yakni 19,18%, 43,10%, dan 2,45% untuk serat alam nabati lainnya (53), sutra (50), dan serat hewan lainnya (51) (Gambar 3).

Kelayakan Usaha Serat Alam

Kajian kelayakan usaha budidaya serat alam dan penggunaan serat alam sebagai bahan baku industri di Indonesia sudah banyak dilakukan. Beberapa diantaranya adalah (1) usaha tani agave (sisal) di Indonesia cukup menjanjikan dengan B/C ratio 1,29 (Santoso, 2009), (2) usaha tani rami menguntungkan dengan RC ratio 1,34 (Subandi,

2007), dan (3) komposit polimer serat alam layak untuk interior mobil (Sulaiman dan Rahmat, 2018).

Potensi Produksi dan Penggunaan Serat Alam Keunggulan Serat Alam

Serat alam merupakan sumber bahan baku yang dapat diperbaharui, memiliki sifat fisik dan mekanik yang baik, dan ramah lingkungan karena mudah terdegradasi serta mampu menyerap CO₂ cukup besar. Keunggulan serat non kayu dibandingkan dengan serat kayu adalah (1) dapat diturunkan dari tanaman tahunan, yang dapat ditumbuhkan sebagai bagian dari sistem ladang yang sudah ada serta luas tanam dapat disesuaikan dengan mudah terhadap perubahan permintaan, (2) kadar lignin rendah, (3) penggunaan bahan kimia dan buangan limbah berkurang, dan (4) penggunaan sumber daya hutan berkurang karena serat diekstraksi dari limbah pertanian, emisi karbon monoksida dan karbon dioksida dari pembakaran limbah pertanian berkurang (Moore, 1996). Selain memiliki berbagai keunggulan tersebut, serat alam juga memiliki beberapa kelemahan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Potensi Budidaya Serat Alam

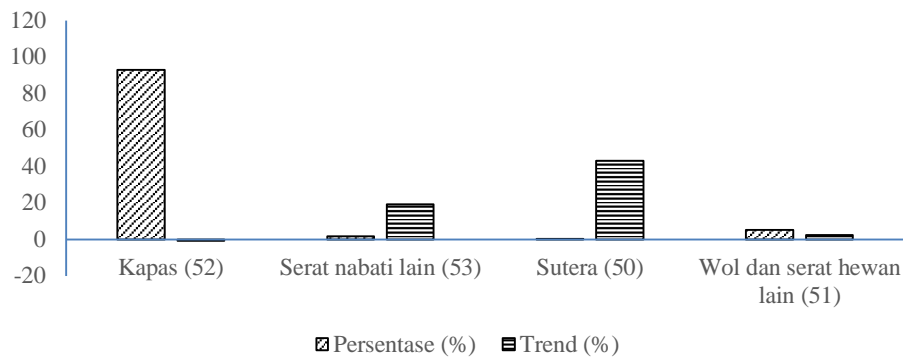
Hampir seluruh wilayah Indonesia cukup sesuai untuk budidaya tanaman serat alam (Subandi, 2007), kecuali kapas sulit dibudidayakan di Indonesia karena memerlukan biaya produksi tinggi, risiko agronomi yang besar, tidak adanya varietas benih bermutu dan rawan serangan hama wereng (Novarini dan Sukardan, 2015). Dengan demikian, serat alam selain kapas sangat potensial untuk dibudidayakan di Indonesia.

Potensi Penggunaan Serat Alam

Pengukuhan batik sebagai salah satu warisan budaya Indonesia oleh UNESCO pada 2 Oktober 2009 membuka peluang strategis pertanian serat alam di Indonesia. Produksi batik memerlukan kain yang dihasilkan dari serat alam. Serat alam dapat digunakan sebagai bahan baku aneka industri. Serat alam digunakan dalam memproduksi benang, kain, bahan pengisi, kerajinan tangan, material komposit, kulit samak, dan rekayasa jaringan (*tissue engineering*). Tabel 4 menunjukkan contoh penggunaan serat alam.

Kebutuhan serat kapas Indonesia sangat besar (700.000 ton senilai US\$ 1 miliar per tahun) dan

sebagian besar dipenuhi dari impor. Usaha untuk memanfaatkan serat alam selain kapas sebagai bahan baku alternatif untuk tekstil perlu diupayakan sebagai antisipasi kemungkinan terjadi kelangkaan serat kapas di dalam negeri. Tanaman serat alam yang memiliki peluang untuk dijadikan bahan baku alternatif atau suplemen serat kapas adalah rami (*Boehmeria nivea* Gaud), abaka (*Musa textilis* Nee), yute (*Corchorus capsularis* L. dan *C. olitorius* L.), kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), sisal (*Agave sisalana* L.), linum atau flax (*Linum usitatissimum* L.), dan kapuk (*Ceiba apentandra* G.) (Puslitbangun, 2019).



Gambar 3. Persentase dan trend ekspor serat alam Indonesia tahun 2014 – 2019 (ITC, 2019)

Tabel 3. Keunggulan dan kelemahan serat-serat alam^c

No.	Keunggulan	Kelemahan
1	Bobot spesifik yang rendah menghasilkan kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih tinggi daripada kaca	Kekuatan yang lebih rendah, terutama kekuatan benturan
2	Sumber daya terbarukan, produksi membutuhkan sedikit energi, emisi CO ₂ rendah	Mutu beragam, dipengaruhi cuaca
3	Pemrosesan yang ramah, tidak memakai alat, dan tidak menyebabkan iritasi kulit	Ketahanan kelembaban yang rendah, yang menyebabkan pembengkakan serat
4	Produksi dengan investasi rendah dengan biaya rendah	Suhu pemrosesan maksimum yang terbatas
5	Hambatan listrik yang baik	Daya tahan lebih rendah
6	Sifat termal dan isolasi akustik yang baik	Ketahanan api yang rendah
7	<i>Biodegradable</i>	Hidrofilik-pembasahan rendah dengan polimer hidrofobik

^cSreekumar (2008)

Tabel 4. Penggunaan serat alam

No.	Jenis Serat	Penggunaan
1	Rami	Benang, kain
2	Kapas	Benang, kain
3	Sisal	Tali, tambang, campuran karpet, kuas, keset, sapu pembungkus kabel, karung, geotekstil, dan jala ikan
4	Serat kelapa	Bahan pengisi, material komposit
5	Yute	Pembungkus, karung, pelapis permadani, isolasi listrik, dan tali temali
6	Kenaf	Pulp, kertas, kain
7	Sutera	Benang sutera, kain sutera, rekayasa jaringan
8	Wol	Benang wol, kain wol
9	Serat kolagen	Kulit samak, benang jahit operasi, rekayasa jaringan

Pengembangan penggunaan serat alam diantaranya adalah (1) aplikasi serat sebagai bahan penguat biokomposit untuk interior mobil (Mukhammad, 2013), (2) serat rami berpotensi sebagai alternatif pengganti kapas (Novarini dan Sukardan, 2015), (3) aplikasi serat sabut kelapa sebagai penguat material komposit (Bakri, 2011), (4) serat alam sebagai penguat bahan konstruksi (Media Manufaktur Industri, 2019), dan (5) serat alam sebagai bahan untuk membuat polianilin-selulosa atau polimer konduktif atau semikonduktif (Jenihansen, 2019).

Masa Depan Serat Alam Indonesia

Masa depan serat alam Indonesia sebagai bahan baku aneka industri cukup baik dan prospektif untuk memenuhi kebutuhan serat, mengurangi impor, dan meningkatkan pemanfaatan serat alam Indonesia. Selain itu, serat alam merupakan bahan baku yang ramah lingkungan. Serat alam memiliki banyak kelebihan diantaranya bahan baku serat alam merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, memiliki banyak keunggulan, dan potensi budidaya yang menguntungkan. Selain itu, potensi penggunaannya yang terus berkembang, yakni selain digunakan di berbagai industri, penggunaan serat alam juga berpotensi untuk terus dikembangkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Serat alam Indonesia berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku aneka industri dengan cara meningkatkan jumlah pasokan dan mutunya sehingga dapat memenuhi kebutuhan serat alam dalam negeri dan mengurangi impor. Penggunaan serat alam tidak hanya untuk penggunaan konvensional tetapi terus berkembang seiring dengan perkembangan IPTEKS untuk menciptakan inovasi berbasis serat alam dan kesadaran akan pentingnya produk yang ramah lingkungan. Serat alam memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan baku aneka industri untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri, mengurangi impor, dan meningkatkan pemanfaatannya.

Saran

Kajian yang lebih mendalam dan rinci mengenai ketersediaan bahan baku, penggunaan, inovasi produk serat alam, dan studi kelayakan teknoekonominya diperlukan untuk mengembangkan penggunaan serat alam Indonesia sebagai bahan baku industri. Produk-produk kreatif dan inovatif berbasis serat alam perlu dikembangkan untuk meningkatkan nilai tambah serat alam Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin M dan Samsudi. 2010. pemanfaatan limbah serat sabut kelapa sebagai bahan pembuat helm pengendara kendaraan roda dua. *Prosiding Seminar Nasional Unimus 2010*. Universitas Muhahammadiyah Semarang: 314- 318.
- Bahari SA, Jamaludin MA, Ahmad M, Subardi SA, Saad MJ, Nordin K. 2008. Characterization on Bending Strength of Binderless Bamboo Fibreboard (BBF). *Proceeding of 9th Pacific Rim Bio-based Composites Symposium, CSIRO and SCION*, New Zealand: 238-246.
- Bakri. 2011. Tinjauan aplikasi serat sabut kelapa sebagai penguat material komposit. *Jurnal Mekanikal*. 2(1):10-15.
- Balittas. 2014. *Biologi Tanaman Kenaf*. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Bismarck A, Mishra S, dan Lampke T. 2005. *Plant Fibers as Reinforcement for Green Composites Chapter 2, dalam* Mohanty AK, Misra M, Dzal LT (Ed.), *Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposite*. CRC Press, Taylor and Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, USA.
- Brink M dan Escobin RP. 2003. *Plant Resources of South-East Asia 17: Fibre Plants*. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia.
- Diharjo K. 2006. Pengaruh perilaku alkali terhadap sifat tarik bahan komposit serat rami-polyester. *Jurnal Teknik Mesin*. 8(1): 8-13.
- Ditjenbun. 2013. *Komoditas Kapas di Indonesia 2011-2013*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian RI.
- Ditjenbun. 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kapas*. Direktorat Jendral Perkebunan, Kementrian Pertanian RI, 2014-2016: 20.
- Eichhorn SJ, Zafeiropoulos CABN, Ansel LYMMP, Entwistle KM, Escamilla PJHF, Groom L, Hill MHC, Rials TG, dan Wild PM. 2001. Review current international research into cellulosic fibres and composites. *Journal Materials Science*: 2107-2131.
- ITC (International Trade Centre) 2019. *Trade Statistics for International Business Development*. <https://www.trademap.org/Index.aspx>. 29 November 2019.
- Jenihansen R. 2019. *Penghantar Listrik dari Bahan Baku Anyaman*. <https://warstek.com/2019/08/17/listrikanyaman/>. 21 November 2019.
- Media Manufaktur Industri. 2019. *Rahasia Bahan Serat Alami untuk Jembatan Beton yang Sangat Kuat*. <https://www.mmindustri.co.id/rahasia-bahan-serat-alami-untukjembatan-beton-yang-sangat-kuat/>. 21 November 2019.

- Moore G. 1996. *Nonwood Fibre Applications in Papermaking: A Literature Review*. Pira International, Leatherhead, United Kingdom.
- Mukhammad AFH. 2013. Potensi serat batang (*Bast Fibers*) sebagai penguat biokomposit untuk aplikasi otomotif. *Traksi*. 13(2): 38-51.
- Novarini E dan Sukardan MD. 2015. Potensi serat rami (*Boehmeria nivea* S. Gaud) sebagai bahan baku industri tekstil dan produk tekstil dan tekstil teknik. *Arena Tekstil*. 30(2): 113-122.
- Puslitbangbun. 2019. *Seminar Nasional Serat Alam*. <http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/sem-inar-nasional-serat-alam/>. 21 November 2019.
- Quintana G, Velasquez J, Betancourt S, Ganán P. 2009. Binderless fibreboard from steam exploded banana bunch. *Industrial Crops and Products*. 29(1): 60-66.
- Santoso B. 2009. Peluang pengembangan agave sebagai sumber serat alam. *Perpektif*. 8(2): 84-95.
- Setyawan PD, Sari NH, dan Putra DGP. 2012. Pengaruh orientasi dan fraksi volume serat daun nanas (*Ananas comosus*) terhadap kekuatan tarik komposit polyester tak jenuh (UP). *Dinamika Teknik Mesin*. 2(1): 28-32.
- Sreekumar PA. 2008. *Matrices for Natural Fibre Reinforced Composites*, dalam Pockering KL (ed.), *Properties and Performance of Natural-Fibre Composite*. Woodhead Publication Limited, Birmingham, UK: 67-126.
- Subandi M. 2007. Prospek dan analisis ekonomi pembudidayaan tanaman rami terpadu produk sampingan dan peternakan domba di Jawa Barat. *Istek*. 1(2): 215-230.
- Subiyakto. 2011. Teknologi Pengendalian Berbasis Ekologi dalam Mendukung Pengembangan Kapas. *Jurnal Litbang Pertanian*. 30(3): 81-86.
- Sudjindro. 2012. *Inovasi Varietas Unggul Kenaf untuk Pemberdayaan Lahan Sub Optimal di Indonesia*. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Pemuliaan dan Genetika Tanaman. IAARD Press, Jakarta.
- Sulaiman M dan Rahmat MH. 2018. Kajian potensi pengembangan material komposit polimer dengan serat alam untuk produk otomotif. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*. UNEJ, Jember.
- Sumartini S, Sulistyowati E, Mulyani S, Abdurrakhman. 2013. Skringing galur kapas (*Gossypium hirsutum* L.) toleran terhadap kekeringan peg-6000 pada fase kecambah. *Jurnal Littri*. 19(3): 139-146.
- Suparno O. 2018. Teknologi pengolahan kulit produktif dan ramah lingkungan menuju pembangunan yang maju dan berkelanjutan, dalam Suparno (Ed.), strategi pengembangan agroindustri maju dan berkelanjutan. PT Penerbit IPB Press, Bogor, Indonesia.
- Suparno O dan Prasetyo NB. 2019. Isolation of collagen from chicken feet with hydro-extraction method and its physico-chemical characterisation. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 335. 012018: 1-11.
- Tajuddin M, Ahmad Z, dan Ismail H. 2016. A review of natural fibers and processing operations for the production of binderless boards. *BioResources*. 11(2): 5600-5617.
- Zuluaga R, Putaux J-L, Restrepo A, Mondragon I, dan Gañán P. 2007. Cellulose microfibrils from banana farming residues: isolation and characterization. *Cellulose*. 14(6): 585-592.