



PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

**PROSPEK PENGEMBANGAN SERAT ALAM BERBASIS
NANOTECHNOLOGY DAN ELECTROSPINNING (NATURAL NANOFIBER)
DARI TANAMAN RAMI (*Boehmeria nivea* [L.] GAUD) SEBAGAI UPAYA
INTENSIFIKASI PERINDUSTRIAN NASIONAL**

**BIDANG KEGIATAN :
PKM GAGASAN TERTULIS**

Diusulkan oleh :

RIZKI ADISTYA	NIM. G74080015 / 2008
AHMAD YASIN	NIM. G74080065 / 2008
HENDRA PRASETYA	NIM. G14070025 / 2007

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2011**

LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul Karya Tulis : Prospek Pengembangan Serat alam Berbasis *Nanotechnology* dan *Electrospinning (Natural Nanofiber)* dari Tanaman Rami (*Boehmeria nivea* [L.] Gaud) sebagai Upaya Intensifikasi Perindustrian Nasional
2. Bidang Kegiatan : () PKM AI (√) PKM GT
3. Ketua Tim
- a. Nama Lengkap : Rizki Adistya
- b. NIM : G74080015
- c. Jurusan/Fakultas : Fisika / MIPA
- d. Universitas/Institut/Politeknik : Institut Pertanian Bogor

Bogor, 20 Februari 2011

Menyetujui,
Ketua Departemen Fisika

Ketua Pelaksana Kegiatan

Dr.Ir.Irzaman,M.Si
NIP. 19630708 199512 1 001

Rizki Adistya
NIM. G74080015

Wakil Rektor Bidang Akademik
dan Kemahasiswaan

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. H. Yonny KoesModule, MS
NIP. 19581228 198503 1 003

Jajang Juansah, M.Si.
NIP. 19771020 200501 002

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah, penulis ungkapkan kepada Allah SWT atas segala limpahan kekuatan dan hidayah-Nya sehingga karya tulis ilmiah yang berjudul “Prospek Pengembangan Serat Alam Berbasis *Nanotechnology* dan *Electrospinning (Natural Nanofiber)* dari Tanaman Rami (*Boehmeria Nivea* [L.] Gaud) sebagai Upaya Intensifikasi Industri Tekstil Indonesia” dapat diselesaikan. Karya tulis ini diikutsertakan pada Program Kreativitas Mahasiswa Gagasan Tertulis (PKM-GT) Tahun 2011.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan PKM-GT ini tidak akan berjalan lancar. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis bermaksud menghaturkan terima kasih dan penghargaan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian karya ini, khususnya kepada:

1. Jajang Juansah, M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang membangun kepada penulis selama penyusunan PKM-GT ini.
2. Dr.Ir.Irzaman, M. Si., selaku Ketua Departemen Fisika Pakan atas dukungannya dalam penyusunan PKM-GT ini.
3. Semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Dengan menyadari segala kekurangan, penulis sangat mengharapkan adanya segala kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan karya tulis. Semoga PKM-GT ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa, para peneliti, maupun masyarakat luas.

Bogor, Februari 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	v
RINGKASAN.....	vi
PENDAHULUAN	
Latar Belakang.....	1
Tujuan Penulisan.....	3
Manfaat Penulisan.....	4
PROSPEK SERAT NANO RAMI UNTUK INTENSIFIKASI INDUSTRI TEKSTIL NASIONAL	
Potensi Pengembangan Serat Nano Alami (<i>Natural Nanofiber</i>) dari Tanaman Rami dengan Metode <i>Electrospinning</i>	4
Prospek Pemanfaatan Serat Nano Rami untuk Intensifikasi Industri Tekstil di Indonesia.....	9
KESIMPULAN.....	12
DAFTAR PUSTAKA.....	13
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	13

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Perkembangan jumlah paten nanoteknologi di USA, Jepang, dan Eropa.....	4
Gambar 2.	Peta publikasi nanoteknologi periode 2005-2008 dikaitkan dengan 6 fokus Agenda Riset Nasional (ARN)	5
Gambar 3.	Tanaman rami (<i>Boehmeria nivea</i> L.) dan perbandingan ukuran rambut manusia dengan serat nano fiber.....	6
Gambar 4.	Electrospun dan skema sistem kerja <i>electrospinning</i>	7

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Perkembangan ekspor produk TPT Indonesia	1
Tabel 2.	Perbandingan sifat serat rami dengan beberapa jenis serat lain.....	5
Tabel 3.	Komposisi Kimia Serat Alam	6
Tabel 4.	Hasil produksi rami berbagai daerah di Indonesia	8
Tabel 5.	Roadmap pengembangan nanoteknologi untuk industri tekstil.....	9
Tabel 6.	Analisis prospek pengembangan serat rami terhadap budidaya rami, peningkatan produktivitas lahan tidur, dan pengurangan jumlah penganggur	11

RINGKASAN

Aktivitas industri TPT (Tekstil dan Produk Tekstil) nasional tengah mengalami peningkatan yang signifikan sebagai respon untuk pemenuhan kebutuhan pasar internasional dan domestik terhadap komoditas tekstil Indonesia (Kementerian Perdagangan, 2010). Lebih luas lagi, Produk TPT (tekstil dan produk tekstil) ditargetkan meningkat 10,4% (Kementerian Perdagangan, 2011). Namun, peningkatan produksi tekstil tersebut sayangnya belum diimbangi dengan optimalisasi pengelolaan dan pengembangan industri nasional secara terintegrasi dari sektor hulu hingga ke hilir. Sebagai contoh adalah permasalahan yang muncul pada sektor hulu dimana fakta menunjukkan bahwa impor bahan baku serat kain alam (terutama kapas) terus mengalami peningkatan. Pemerintah RI mengimpor bahan baku serat kapas sebesar lebih dari 95,5 % dari kebutuhan dalam negeri (Pamuji H, *et al.*, 2009).

Fakta lainnya menunjukkan bahwa industri tekstil berbasis kain dan benang terancam kekurangan bahan baku berupa serat rayon (*viscose staple fibre*) sebesar 33% atau sekitar 100.000 ton. Keterbatasan bahan baku serat di dalam negeri tidak boleh dibiarkan berlarut-larut mengingat komoditas serat alam dan serat sintetis yang menjadi semakin vital seiring dengan menurunnya produksi serat alam lain berbasis kapas atau serat sintetis yang harganya semakin mahal dan tidak ramah lingkungan. Alternatif solusi yang dapat diterapkan adalah melalui pengembangan serat alam berbasis nanoteknologi (natural nanofiber) dari tanaman rami (*Boehmeria nivea* [L.] Gaud) dengan metode pemintalan elektrik (electrospinning).

Serat rami memiliki keunggulan dibandingkan dengan jenis serat alam yang berasal dari tanaman lainnya. Berdasarkan komposisi kimia serat alam dan perbandingan sifat serat rami dengan serat jenis lain, dapat disimpulkan bahwa kualitas serat rami adalah yang terbaik. Menurut hasil penelitian Penelitian LIPI menunjukkan bahwa rami memiliki modulus elastisitas dan densitas yang setara dengan aramid (kevlar), dengan regangan patah (break strain) pada rami yang lebih tinggi daripada kevlar (rami 2% dan kevlar 1-3%), bersifat terbarukan, dan tentunya tidak mencemari lingkungan (Tarmansyah US, 2007). Tujuan dari Program Kreativitas Mahasiswa Gagasan Tertulis (PKM-GT) ini adalah untuk memberikan gagasan tentang potensi pengembangan serat nano alam (natural nanofiber) dari tanaman rami dengan teknologi pemintalan elektro (electrospinning) serta prospek pemanfaatannya pada bidang industri tekstil di Indonesia.

Prospek serat nano rami meliputi bidang ekonomi, lingkungan, sosial, dan ilmu pengetahuan dan teknologi. Pertama, program ektensifikasi serat nano rami akan meningkatkan kebutuhan dan nilai guna tanaman rami. Efeknya, budidaya tanaman rami dapat menjadi peluang usaha atau bisnis yang semakin diminati dan prospekif. Perluasan budidaya rami sangat berkontribusi dalam meningkatkan produktivitas lahan tidur tanah air sebesar 1,62% dan mengurangi jumlah penganggur terbuka tanah air hingga 6,77%. Kedua, produk serat nano rami dapat menjadi tambahan pasokan atau bahkan menjadi pasokan utama untuk menggantikan serat tekstil alam terutama serat kapas. Ketiga, serat nano rami dapat menjadi alternatif pengganti penggunaan serat sintetis yang tingkat kebutuhannya cukup tinggi, sifatnya tidak ramah lingkungan, dan harganya mahal. Keempat, pengembangan nanofiber dari tanaman rami di Indonesia diharapkan dapat memunculkan ide-ide kreatif baik individu akademisi maupun institusional dalam mengembangkan serat nano rami dengan metode electrospinning. Hasil survei dari Kemenegristek yang dimodifikasi menunjukkan bahwa sejak tahun 2005 hingga kini telah terdata sekurangnya 70 periset di bidang iptek nano (Kementerian Perindustrian, 2008).

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Aktivitas industri TPT (Tekstil dan Produk Tekstil) nasional tengah mengalami peningkatan yang signifikan sebagai respon untuk pemenuhan kebutuhan pasar internasional dan domestik terhadap komoditas tekstil Indonesia. Pada periode Januari-Juli tahun 2010 ekspor produk TPT mencapai US\$ 6,4 miliar, naik 18,8% dari periode yang sama pada tahun 2009 dan menyumbang 4% dari total ekspor manufaktur Indonesia (Tabel 1) (Kementerian Perdagangan, 2010). Disamping itu, komoditi yang mengalami peningkatan cukup tinggi sampai dengan periode ini adalah serat tekstil yang mengalami pertumbuhan sebesar 110,9% jika dibandingkan dengan periode yang sama di tahun 2009. Indonesia termasuk negara yang memiliki pertumbuhan rata-rata paling tinggi dibandingkan negara pesaing lainnya, yaitu mencapai 20,5% jauh melebihi pertumbuhan rata-rata dunia yang mengalami penurunan 11,7%. Tahun 2011 Produk TPT ditargetkan meningkat 10,4%, sehingga merupakan peluang pula bagi Indonesia untuk meningkatkan pangsa pasarnya di dalam negeri (Kementerian Perdagangan, 2011).

Tabel 1. Perkembangan ekspor produk TPT Indonesia

HS2	URAIAN1	Jul.09	Mei.10	Jun.10	Jul.10	Perub (%) Jul'10 / Jul'09	Jan - Jul		mom (%) Jul/Jun	yoy (%) 10/09
		Juta USD					2009	2010		
62	Pakaian Jadi Bukan Rajutan	335,5	268,0	314,6	375,3	11,9	1.938,3	2.087,4	19,3	7,7
61	Barang-Barang Rajutan	245,1	233,2	275,6	297,2	21,2	1.448,0	1.636,1	7,8	13,0
55	Serat Stafel Buatan	125,7	171,0	170,1	164,4	30,8	801,2	1.154,6	-3,3	44,1
54	Filamen Buatan	98,7	101,2	106,9	107,1	8,6	574,9	702,2	0,2	22,2
52	Kapas	41,0	58,6	61,7	65,3	59,1	296,0	415,5	5,8	40,4
63	Kain Perca	15,6	16,2	17,7	19,7	26,1	92,5	118,8	10,8	28,5
59	Kain Ditenun Berlapis	10,3	9,2	11,7	11,6	12,9	61,1	73,0	-0,5	19,5
56	Kapas Gumpalan, Tali	6,5	10,2	10,3	10,1	53,9	57,1	68,4	-2,1	20,0
60	Kain Rajutan	7,0	7,3	7,5	8,7	24,7	43,9	52,4	17,0	19,4
57	Permadani	2,8	4,3	4,8	5,0	79,8	22,7	31,2	4,5	37,3
58	Kain Tenunan Khusus	4,2	3,7	3,8	4,4	5,5	26,5	27,5	16,3	3,7
53	Serat Tekstil Dan Benang Kertas	0,6	0,7	0,8	0,8	39,4	2,3	4,9	1,5	110,9
51	Wol, Bulu Hewan	0,5	0,3	0,6	0,5	-4,6	2,3	2,2	-12,1	-4,2
50	Sutera	0,0	0,0	0,0	0,0	377,3	0,3	0,1	203,1	-70,3
TOTAL SEKTOR INDUSTRI		5.720,2	7.744,3	8.046,9	7.888,9	37,9	5.720,2	52.344,8	-2,0	815,1

(Kementerian Perdagangan, 2010)

Respon positif untuk terus mengupayakan perkembangan industri tekstil nasional juga datang dari berbagai pihak. Miranti E (2007) mengemukakan bahwa Asosiasi Pertekstilan Indonesia menargetkan nilai ekspor TPT sebesar USD 14 miliar pada 2010. Hal itu berarti meningkat sebesar 48% dibanding tahun 2006. Upaya untuk meningkatkan kapasitas produksi pun mulai gencar dilakukan dalam setahun terakhir yaitu melalui restrukturisasi mesin. Pemerintah setiap tahunnya meningkatkan anggaran untuk program percepatan peremajaan mesin TPT. Sebagai contoh adalah yang terjadi pada tahun 2007 dimana anggaran peremajaan mesin dalam APBN hanya sebesar 255 miliar rupiah kemudian meningkat menjadi 400 miliar rupiah pada APBN 2008. Selain itu, pemerintah juga menetapkan program meningkatkan mutu produk TPT dengan memberikan bantuan revitalisasi mesin dan peralatan pada tahun 2010 hingga 2015 (Kementerian Perdagangan, 2011).

Namun, peningkatan produksi tekstil tersebut sayangnya belum diimbangi dengan optimalisasi pengelolaan dan pengembangan industri nasional secara terintegrasi dari sektor hulu hingga ke hilir. Sebagai contoh adalah permasalahan yang muncul pada sektor hulu dimana fakta menunjukkan bahwa impor bahan baku serat kain alam (terutama kapas) terus mengalami peningkatan. Padahal, pada awal Januari 2011 terjadi kenaikan harga kapas yang dipicu oleh penurunan pasokan kapas dunia akibat curah hujan yang tinggi di negara eksportir kapas seperti Australia. Pemerintah RI mengimpor bahan baku serat kapas sebesar lebih dari 95,5 % dari kebutuhan dalam negeri dan tercatat sebagai pengimpor kapas terbesar ke-2 di dunia (Pamuji H, *et al.*, 2009). Selama periode Januari-Juni 2010, impor serat kapas Indonesia secara kumulatif mengalami kenaikan signifikan baik dalam volume maupun nilai. Untuk volume naik 24% menjadi 318,51 ribu ton dari impor kapas periode yang sama tahun lalu yang tercatat sebanyak 256,91 ribu ton. Untuk nilai meningkat 54% menjadi US\$ 543,37 juta atau terjadi peningkatan dari US\$ 1,3/kg menjadi US\$ 1,7/kg. Sementara itu, produksi kapas dalam negeri tidak lebih dari 25.000 ton dari total kebutuhan 550.000 ton (Rachman A.H, 2010).

Selain itu, konsumsi serat sintetis di Indonesia juga cukup tinggi dan terus mengalami kenaikan. Padahal, serat sintetis tidak ramah lingkungan dan harganya pun lebih mahal dibandingkan serat alam. Pada tahun 2010 total produksi industri serat sintetis nasional sekitar 900.000 ton, sedangkan pada tahun 2007 dan tahun 2008 masing-masing sebesar 750.000 ton dan 800.000 ton. Sebanyak 60% dari total produksi digunakan untuk memenuhi konsumsi serat sintetis nasional dan sisanya (40%) diekspor (Kementerian Perdagangan, 2010). Contoh jenis serat sintetis yang banyak digunakan di Indonesia adalah serat aramid dan rayon. Serat aramid memang sangat kuat (5 kali kekuatan baja), ringan, tahan bahan kimia, tahan panas, tahan bakar, dan rendah dalam menghantar panas. Namun, harga serat aramid seperti kevlar cukup mahal.

Fakta lainnya menunjukkan bahwa industri tekstil berbasis kain dan benang terancam kekurangan bahan baku berupa serat rayon (*viscose staple fibre*) sebesar 33% atau sekitar 100.000 ton. Ketua Umum Asosiasi Pertekstilan Indonesia (API), Ade Sudrajat Usman, mengatakan bahwa total kebutuhan serat rayon di industri kain dan benang mencapai 300.000 ton per tahun. Namun, pasokan serat rayon dari dalam negeri masih terbatas. Hal ini mengakibatkan harga rayon di dalam negeri justru mencapai US\$2,750 per ton atau lebih mahal US\$ 250 per ton dari harga serat rayon ekspor yang hanya US\$2,500 per ton. Produsen tekstil lokal merasa sangat kesulitan karena setiap tahun impor rayon tidak lebih dari 30.000 ton. Pasalnya, produksi rayon dunia hanya 3,6 juta ton dan habis digunakan untuk produksi TPT dunia (Yati YW, 2010).

Keterbatasan bahan baku serat di dalam negeri tidak boleh dibiarkan berlarut-larut mengingat komoditas serat alam dan serat sintetis yang menjadi semakin vital seiring dengan menurunnya produksi serat alam lain berbasis kapas (*cotton*) atau serat sintetis yang harganya semakin mahal dan tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, berdasarkan pertimbangan di atas, saat ini diperlukan upaya intensifikasi untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi serat di Indonesia dengan tetap memperhatikan kearifan lokal dan lingkungan.

Alternatif solusi yang dapat diterapkan adalah melalui pengembangan serat alam berbasis nanoteknologi (*natural nanofiber*) dari tanaman rami (*Boehmeria nivea* [L.] Gaud) dengan metode pemintalan elektrik (*electrospinning*). Dalam dasawarsa terakhir nanoteknologi betul-betul mengalami perkembangan yang luar biasa. Melalui teknologi ini dapat dihasilkan berbagai material atau produk berukuran nano yang dapat diaplikasikan pada berbagai bidang, seperti kesehatan, perindustrian, pangan, elektronik, dan sebagainya. Kualitas materinya pun tidak dapat diragukan lagi, terlebih lagi jika dikembangkan dengan metode *electrospinning* atau pemintalan elektrik yang baru-baru ini sedang dikembangkan. Menurut Zubaidin (2009) *nanofiber* sendiri telah banyak dikembangkan di negara Jepang, Amerika Serikat, Jerman, dan negara maju lainnya.

Pemilihan tanaman rami sebagai bahan baku *nanofiber* adalah dengan mempertimbangkan berbagai aspek. Serat rami memiliki keunggulan dibandingkan dengan jenis serat alam yang berasal dari tanaman lainnya. Menurut hasil penelitian Penelitian LIPI menunjukkan bahwa rami memiliki modulus elastisitas dan densitas yang setara dengan aramid (kevlar), dengan regangan patah (*break strain*) pada rami yang lebih tinggi daripada kevlar (rami 2% dan kevlar 1-3%), bersifat terbarukan, dan tentunya tidak mencemari lingkungan (Tarmansyah US, 2007). Bahkan kualitas serat rami dapat mengalahkan serat kapas. Serat nano dari rami sangat prospektif untuk keperluan industri tekstil, terutama sebagai substitusi serat kapas, serat rayon, atau bahkan serat sintesis yang harganya mahal. Pemanfaatan serat rami ternyata juga merambah industri kertas (sebagai pulp), alat pertahanan (sebagai NC/bahan peledak, baju anti peluru), migas (sebagai bahan tabung gas), kesehatan (sebagai bahan kaki palsu), otomotif, dan industri lainnya (Pamuji H, 2009).

Selain itu, di Indonesia terdapat banyak daerah penghasil rami seperti Wonosobo, Lahat, Pagar Alam, Muara Enim, Lampung Utara, Lampung Barat, Jawa Barat, Tanggamus, Toba Samosir, Jawa Barat, dan wilayah lainnya. Pada tahun 2004 luas lahan budidaya rami di Indonesia adalah 480 ha (Tarmansyah US, 2007). Sementara ini kebutuhan rami pada saat ini diperkirakan sudah mencapai 500 ton per tahun. Namun, selama ini pemanfaatannya memang baru sebatas sebagai pakan ternak atau sebagai serat alam dengan metode konvensional. Melalui ekspansi produksi serat alam nano dari rami diharapkan semakin membuka peluang budidaya tanaman rami pada lahan-lahan tidur di Indonesia yang saat ini luasnya mencapai 7,2 juta ha (Darwansyah Y, 2010). *Nanofiber* rami dengan *electrospinning* mempunyai andil besar dalam menunjang nanoteknologi dan sangat bermanfaat untuk intensifikasi industri tekstil nasional atau bahkan bidang industri lainnya.

Tujuan Penulisan

Tujuan dari Program Kreativitas Mahasiswa Gagasan Tertulis (PKM-GT) ini adalah untuk memberikan gagasan tentang potensi pengembangan serat nano alam (*natural nanofiber*) dari tanaman rami dengan teknologi pemintalan elektro (*electrospinning*) serta prospek pemanfaatannya pada bidang industri tekstil di Indonesia.

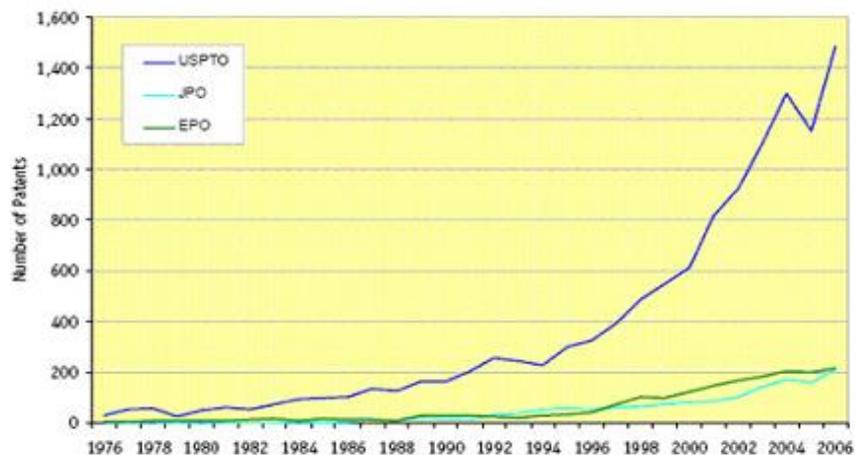
Manfaat Penulisan

Manfaat yang ingin dicapai dari penulisan karya ini adalah semakin berkembangnya budidaya rami di Indonesia untuk selanjutnya diolah menjadi serat alam berkualitas tinggi dan berukuran nano. Selain itu, serat nano rami diharapkan dapat dimanfaatkan secara optimal menjadi bahan baku industri tekstil pada khususnya ataupun bidang industri lain pada umumnya, sehingga industri tekstil nasional dapat mengalami kemajuan dan kemandirian.

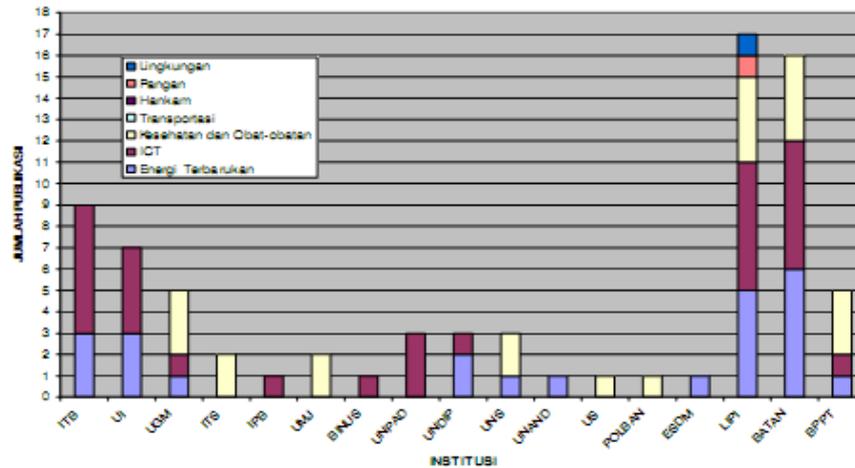
PROSPEK SERAT NANO RAMI UNTUK INTENSIFIKASI INDUSTRI TEKSTIL NASIONAL

Potensi Pengembangan Serat Nano Alami (*Natural Nanofiber*) dari Tanaman Rami dengan Metode *Electrospinning*

Perkembangan nanoteknologi berpengaruh kuat terhadap disiplin ilmu lain, seperti elektronik, sains material, dan teknik polimer (B. P. Sautter, 2005; M.M. Munir, *et al.*, 2009). Hingga saat ini, pembuatan struktur nano satu dimensi yang meliputi *nanofiber*, nanorod, nanobelt, dan nanotube dengan menggunakan berbagai macam material dan berbagai macam teknik sudah banyak dilakukan oleh para peneliti. Hasil penelitiannya menunjukkan karakteristik unik yang berbeda-beda dengan keunggulan masing-masing (Sautter BP, 2005; Watthanaarun J, 2004). Data pun menunjukkan bahwa jumlah paten nanoteknologi di USA, Jepang, dan Eropa semakin meningkat dari tahun 1976 hingga 2006 (Gambar 1) (Kementerian Perindustrian, 2008). Adapun di Indonesia dari hasil studi dan survei literatur dengan sumber Nano Letters Indonesia dan Jurnal Sains Materi-BATAN untuk kurun waktu 2005-2007 diperoleh data sebaran publikasi terkait iptek nano seperti pada Gambar 2. Publikasi yang ada dapat diklasifikasikan sesuai fokus riset Agenda Riset Nasional (ARN). Untuk bidang ICT terdapat 30 makalah/topik riset, energi terbarukan 24 makalah, bidang kesehatan dan obat-obatan 21 makalah, bidang pangan 1 makalah, dan lingkungan 1 makalah.



Gambar 1. Perkembangan jumlah paten nanoteknologi di USA, Jepang, dan Eropa (Kementerian Perindustrian, 2008)



Gambar 2. Peta publikasi nanoteknologi periode 2005-2008 dikaitkan dengan 6 fokus Agenda Riset Nasional (ARN) (Kementerian Perindustrian, 2008)

Saat ini nano fiber adalah salah satu hasil temuan yang tengah mendapat perhatian khusus karena potensi pemanfaatannya yang begitu luas pada berbagai bidang. Serat nano atau *nanofiber* adalah serat yang mempunyai diameter kurang dari 100 nanometer ($1\text{ nm} = 10^{-9}$ meter) (Subbiah T, 2008). Serat nano mempunyai sifat yang sangat khas, yaitu sangat kuat, rasio permukaan terhadap volume yang besar, dan *porous*. Sifat-sifat tersebut membuat serat nano menjadi bahan yang sangat menjanjikan untuk dimanfaatkan pada berbagai bidang industri, seperti industri komposit, automotif, pulp dan kertas, elektronik, tekstil, optik, pertanian, kosmetik, kesehatan, kedokteran, olah raga, farmasi, dan lain-lain (Zubaidi, 2009). Bahan yang berkualitas dan serta ramah lingkungan sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan kehidupan manusia saat ini dan masa depan. Terlebih lagi Indonesia memiliki sumber hayati melimpah dan kaya akan bahan serat alam.

Di Indonesia ada sekitar 11 jenis tumbuhan yang dapat dimanfaatkan bahan selulosanya sebagai serat alam (dari batang, daun, atau buah), yaitu pisang abaka, kelapa, kapas, nenas, tami, sisal, flax, jute, mesta, dan jerami. Menurut pakar komposit dari Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Prof. Dr. Tresna P. Soemadi, hanya bahan serat dari pisang abaka dan rami yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi berbagai produk berkualitas dan tinggi (Tarmansyah US, 2007). Berdasarkan komposisi kimia serat alam untuk masing-masing tumbuhan tersebut (Tabel 3) dan juga berdasarkan perbandingan sifat serat rami dengan serat jenis lain (Tabel 2), dapat disimpulkan bahwa kualitas serat rami adalah yang terbaik.

Tabel 2. Perbandingan sifat serat rami dengan beberapa jenis serat lain

Sifat	Rami	Flax	Kapas
Panjang(mm)	125,0	33,0	25,0
Diameter(μm)	35,0	19,0	15,0
Daya lentur(kg/mm^2)	95,0	78,0	45,0
Kelembaban(%)	12,0	12,0	8,0
Kehalusan (denier)	6,0	1,0	3,2
Kekuatan(10^8 dyne/ cm^2)	91,0	88,0	29,0
Daya mulur(%)	3,7	3,3	6,9

Tabel 3. Komposisi Kimia Serat Alam

Nama	Selulosa	Hemi Selulosa	Lignin	Keterangan
Abaka	60-65	6-8	5-10	Pisang
Coir	43	1	45	Sabut Kelapa
Kapas	90	6	-	Bungkus, Biji
Flax	70-72	14	4-5	-
Jute	61-63	13	3-13	-
Mesta	60	15	10	-
Palmirah	40-50	15	42-45	-
Nenas	80	-	12	Daunnya
Rami	80-85	3-4	0,5-1	Kulit Batang
Sisal	60-67	10-15	8-12	Daun
Straw	40	28	18	-

(Tarmansyah US, 2007)

Kekuatan serat sangat dipengaruhi oleh ukuran diameter serat (Zimmermann *et al.*, 2004), kadar selulosa, dan kadar lignin. Semakin besar diameter serat, maka semakin rendah nilai kekuatan tarik (tensile strength) dan modulus elastisitas (modulus of elasticity / MOE), demikian pula sebaliknya. Tingginya kadar selulosa dan rendahnya kadar lignin rami juga turut meningkatkan kekuatan serat rami. Serat rami tergolong dalam serat panjang, kuat, tahan lama, dan halus (Berger, 1969; Buxton dan Greenhalgh, 1989). Oleh karena itu, serat rami menempati urutan nilai teratas di antara serat-serat alam nabati yang ada. Menurut Scruggs dan Smith (2003), serat rami mempunyai sifat yang baik, yaitu berwarna sangat putih berkilau, tidak berubah warna dan tidak berkerut oleh sinar matahari, higroskopis, dan mudah kering. Kenampakan tanaman dan serat rami dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Gambar 3).

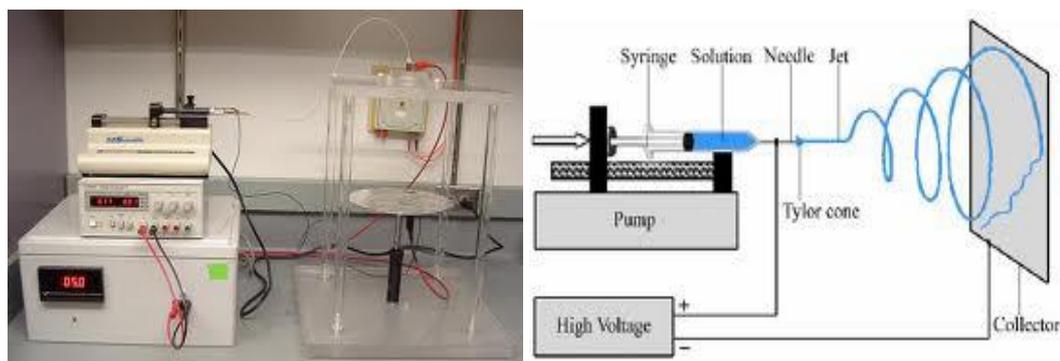


Gambar 3. Tanaman rami (*Boehmeria nivea* L.) dan perbandingan ukuran rambut manusia dengan serat nano fiber (*sumber:nano.org.uk*)

Perkembangan serat rami pun terus dilakukan hingga kemudian sampai pada inovasi pembuatan serat rami dengan teknologi nano. Penelitian LIPI telah berhasil membuat serat nano rami. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rami memiliki modulus elastisitas yang setara dengan kevlar. Modulus elastisitas rami 44-90 gigapaskal, sedangkan Kevlar 40-140 gigapaskal. Tapi regangan patah (*break strain*) pada rami lebih tinggi daripada Kevlar (rami 2 persen dan Kevlar 1-3 persen). Densitas Kevlar dan rami pun hampir sama. Rami 1,50 gram per

sentimeter kubik dan Kevlar 1,45 gram. Uji kekuatan rami juga menunjukkan hasil positif (Pamuji H, *et al.*, 2009).

Untuk membuat serta nano rami, metode yang dapat digunakan antara lain *wet spinning*, *dry spinning*, *melt spinning*, *melt spinning*, *electrospinning*, *refiner*, *grinder*, *high pressure homogenizer*, dan lain-lain (Zubaidi, 2009). Namun, berdasarkan berbagai hasil penelitian dapat diketahui bahwa serat nano yang dibuat dengan metode *electrospinning* mempunyai keunggulan tersendiri. Pemintalan elektrik (*electrospinning*) adalah sebuah metoda untuk membuat serat (*fiber*) dengan diameter dari 10 μm -10 nm (Ramakrishna S, *et al.*, 2008). Serat nano (*nanofiber*) hasil pemintalan elektrik memiliki karakteristik yang menarik dan unik, seperti: luas permukaan yang lebih besar dari volume, memiliki sifat kimiawi, konduktivitas, dan sifat optik tertentu (Zubaidi, 2009). Teknik pemintalan elektrik adalah proses yang relatif cepat, sederhana, dan murah dalam menghasilkan *nanofiber* (Ramakrishna S, *et al.*, 2008). Keunggulan lain dari teknik ini adalah dapat menghasilkan *nanofiber* yang cukup panjang (kontinu) (Zubaidi, 2009). Alat yang digunakan untuk pemintalan elektrik disebut *electrospun*. Gambar 4 menunjukkan contoh alat *electrospun* dan skematis sistem kerja *electrospinning*.



Gambar 4. Electrospun dan skema sistem kerja *electrospinning*
(Sumber : Zubaidi, 2009)

Tanaman rami (*Boehmeria nivea* [L.] Gaud) itu sendiri tergolong kedalam *stingless nettle* (sejenis daun gatal) dalam keluarga *Urticaceae* dan ordo *Urticales*. Menurut Suratman *et at.* (1993) tanaman ini bisa diusahakan dari dataran rendah sampai pegunungan (10-1500 m dpl). Rami dapat tumbuh pada berbagai jenis lahan, namun jenis tanah yang ideal adalah lempung berpasir dengan kandungan bahan organik tinggi, dengan pH tanah berkisar antara 5,5-6,4 pada tanah mineral dan 4,8-5,6 pada tanah gambut. Tanaman ini memiliki adaptasi yang luas, yakni mulai dari kondisi ekuator di Indonesia dan Filipina hingga Jepang, Korea Selatan, dan Rusia, serta berkembang di beberapa negara lain. Untuk memperoleh pertumbuhan yang optimum, rami membutuhkan daerah dengan curah hujan >140 mm per bulan atau 1500-2000 mm per tahun serta merata sepanjang tahun.

Berdasarkan syarat tumbuh rami dan prospeknya yang cerah, Indonesia menjadi negara yang sangat potensial untuk melakukan pengembangan tanaman rami. Kebutuhan serat rami dunia 400.000 ton per tahun dan hingga saat ini masih mengalami kekurangan pasokan sebesar 270.000 ton per tahun karena total penawarannya hanya 130.000 ton. Produsen tekstil nasional masih kekurangan serat rayon sebanyak 270.000 ton per tahun yang seharusnya dapat dipenuhi oleh

pasokan dalam negeri. Lebih luas lagi, pengembangan serat rami juga berpotensi sebagai alternatif untuk mensubstitusi serat sintetis yang pada tahun 2010 total kebutuhannya mencapai 900.000 ton. Impor rami untuk pemenuhan kebutuhan dalam negeri menurut catatan Badan Pusat Statistik dari tahun ke tahun semakin meningkat. Apabila impor serat rami tercatat 38.185 kg dan benang 15.485 kh pada tahun 1996, maka pada tahun 1999 impor melonjak menjadi 472.312 kg untuk serat rami dan 78.834 kg untuk benang (Didet SR, 2004)..

Akhir-akhir ini beberapa pengusaha, terutama swasta, tertarik dan berusaha mengembangkan rami di Indonesia untuk diambil seratnya itu, antara lain karena pasar terjamin meskipun dalam jumlah terbatas dan produknya diminati Jepang, Korea Selatan, Amerika Serikat, Hongkong, dan negara lainnya. Perkiraan hasil budidaya agro industri serat rami tahun 2004 di Indonesia dengan panen 5 kali dalam setahun, rendeman 3%, dan jumlah titik tanam adalah 32.000 bibit per ha dimana batang basah mencapai 15 ton per ha atau sama dengan 450 kg/ha sampai pada serat kasar yang disebut “China Grass” (Didet SR, 2004). Adapun daerah-daerah yang ditanami rami dan hasil panennya dapat dilihat pada Tabel 4. Bagaimanapun juga, rami yang dikembangkan Indonesia, di Garut misalnya, baru dimanfaatkan sebatas sebagai bahan karung hingga bahan baku sejumlah produk kriya, dari pakaian hingga tas.

Tabel 4. Hasil produksi rami berbagai daerah di Indonesia

Nama Daerah	Luas Lahan (ha)	Hasil Panen (ribu ton)
Wonosobo	100	225
OKU	105	236
Lahat	45	45
Pagar Alam	20	45
Muara Enim	20	45
Musi Rawas	20	45
Rejang Lebong	20	45
Way Kanan	20	45
Lampung Utara	20	45
Lampung Barat	20	45
Tanggamus	20	45
Toba Samosir	20	45
Jawa Barat	50	112
Total	480	1023

(Sumber : Didet SR, 2004)

Menurut Tarmansyah US (2007) serat rami digunakan oleh industri tekstil sebagai substitusi kapas dan bahan baku pulp kertas. Karena memiliki serat yang panjang, rami sangat potensial untuk dikembangkan menjadi pulp putih serat panjang yang selama ini masih impor. Pulp putih itu sendiri dimanfaatkan untuk kertas tulis, kertas fotokopi, kertas saring teh celup, kertas dasar stensil, kertas rokok dan kertas bedaya tahan lama (kertas uang, kertas surat berharga, dokumen, kertas pita). Selain itu, serat rami dengan kandungan selulosa yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku rayon dan nitroselulosa (NC).

Menurut laporan penelitian di Pusat Penelitian dan Pengembangan Industri Pertahanan, selulosa rami merupakan salah satu unsur pembuat bahan peledak dan propelan. Selain itu, serat rami juga berfungsi sebagai epoksi yang dapat digunakan sebagai tabung gas dan kaki palsu. Kaki palsu dari rami lebih lembut sehingga nyaman dipakai jika dibandingkan dengan serat kaca (Pamuji, *et al.*, 2009). Adapun penggunaan serat rami sebagai tabung gas telah mendapatkan hak paten (Tarmansyah US, 2007). Oleh karena itu, pengembangan serat nano rami merupakan tenaga penggerak bagi bisnis-bisnis baru dan Indonesia harus segera mengambil bagian dalam pengembangan dan penerapannya untuk penguatan industri nasional (Kementerian Perindustrian, 2008).

Prospek Pemanfaatan Serat Nano Rami untuk Intensifikasi Industri Tekstil di Indonesia

Kementerian Perindustrian (2008) telah mencanangkan *Road Map Pengembangan Teknologi Industri Berbasis Nanoteknologi*. Dalam *road map* tersebut ditetapkan bahwa pada penerapan nanoteknologi dilakukan dalam tiga tahap, meliputi jangka pendek, menengah dan panjang, sehingga diharapkan dapat memberi pengaruh yang signifikan secara komersial. Secara khusus, pemerintah menjabarkan roadmap pengembangan nanoteknologi untuk industri tekstil (Tabel 5). Di bidang industri tekstil sendiri saat ini sudah mulai diaplikasikan meski pengembangannya belum berjalan lama, terutama untuk meningkatkan kualitas produk yang telah ada dipasaran.

Tabel 5. Roadmap pengembangan nanoteknologi untuk industri tekstil

Jangka	5 tahun	10 tahun	15 tahun	>20 tahun
Proses	Finishing	Pewarnaan Serat	Produksi Serat	Proses Lanjut
Produk	Anti noda, anti-mikroba, anti bau, kontrol kelembaban	Serat dyeable, ex. Polypropilene dan sifat warna yang mengikat	<i>Nanofiber</i> , Nanocomposite fiber, e.g. Carbon <i>nanofibers</i> , TiO ₂ terdispersi dalam polyamide	PCM, Self repairable, Kain dengan perangkat keras
Teknologi Pembuatan	Emulsifikasi nano, Pelapisan Nano	Kopolimerasi polyblending, grafting, dan plasma	Electropinning	Proses nanoteknologi lanjut/advanced
Aplikasi Nanoteknologi	Bahan pelapisan nano	Filler nanocley, pewarna skala nano	Nanocomposite, <i>nanofiber</i>	Nanocapsule, material nano cerdas

(Kementerian Perindustrian, 2008)

Dari data di atas, pengembangan serat nano rami dengan metode *electrospinning* secara jelas merupakan sebuah upaya untuk mendukung kebijakan pemerintah. Dari sisi proses, pembuatan serat nano rami berkontribusi dalam memajukan produksi serat tanah air. Dari sisi produk dan teknologi pembuatan, serat nano rami merupakan produk *nanofiber* berkualitas yang dapat dibuat dengan teknologi modern *electrospinning*. Aplikasi nanoteknologi pun dalam hal ini turut andil.

Badan Pusat Statistik menyatakan bahwa kebutuhan serat rami dalam negeri dari tahun ke tahun semakin meningkat. Apabila impor serat rami tercatat 38.185 kg 1996, maka pada tahun 1999 impor melonjak menjadi 472.312 kg untuk serat pada rami. Kebutuhan rami pada saat ini diperkirakan sudah mencapai 500 ton per tahun (Dider SR, 2004). Kenaikan impor serat rami tersebut ternyata seiring dengan kebutuhan komoditi tekstil yang mengalami peningkatan cukup tinggi pada tahun 2010. Sebagai contoh adalah serat tekstil yang mengalami pertumbuhan sebesar 110,9% jika dibandingkan dengan periode yang sama di tahun 2009 (Kementerian Perindustrian, 2010). Selain itu, konsumsi serat sintetis di Indonesia juga tinggi dan terus mengalami kenaikan. Lebih luas lagi, Produk TPT (tekstil dan produk tekstil) ditargetkan meningkat 10,4% (Kementerian Perdagangan, 2011). Dari data-data yang ada sangatlah jelas bahwa serat nano rami memiliki prospek yang begitu besar untuk intensifikasi industri tekstil tanah air. Prospek serat nano rami meliputi bidang ekonomi, lingkungan, sosial, dan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Pertama, program ekstensifikasi serat nano rami akan meningkatkan kebutuhan dan nilai guna tanaman rami. Efeknya, budidaya tanaman rami dapat menjadi peluang usaha atau bisnis yang semakin diminati dan prospektif. Perhitungan analitis sederhana dapat dilakukan untuk pemetaan kebutuhan budidaya rami tanah air. Menurut data kebutuhan rami, impor serat kapas, dan impor serat sintetis, maka diprediksi kebutuhan serat rami adalah sebesar 355.010 ton per tahun. Tarmansyah US (2007) menyatakan bahwa menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Lembaga Penelitian Tanaman Industri (LPTI), hasil rata-rata satu hektar adalah sekitar 36 ton batang basah dengan rendemen antara 3,5-4,0%, sehingga hasil akhirnya diperkirakan sekitar 1,3 ton/Ha serat kering. Tanaman rami per hektar per tahun sebesar 125 ton terdiri dari daun hijau 40% (50 ton) dan batang basah 60% (75 ton). Dari batang basah akan dihasilkan serat kering 3,5 % (2,625 ton) dan limbahnya 16% (12 ton).

Dengan dasar perhitungan tersebut, maka dapat ditentukan bahwa Indonesia baru bisa menyediakan serat rami kering sebanyak 1.440 ton dan masih kekurangan serat rami sebanyak 349.250 ton. Oleh karena itu, ada peluang besar bagi Indonesia untuk memenuhi kekurangan serat rami tersebut, yaitu dengan memproduksi batang tanaman rami sebanyak 8.731.250 ton. Dengan kata lain, diperlukan tambahan budidaya tanaman rami pada lahan seluas 116.416,67 ha. Penyediaan lahan budidaya tanaman rami dapat dilakukan melalui pendayagunaan lahan tidur di Indonesia yang saat ini luasnya mencapai 7,2 juta ha. Artinya, perluasan budidaya rami sangat berkontribusi dalam meningkatkan produktivitas lahan tidur tanah air sebesar 1,62%.

Selanjutnya, perluasan budidaya tanaman rami untuk dijadikan serat juga berdampak positif secara sosial. Berdasarkan data olahan dari analisis budidaya rami oleh Paimin FR (2001), untuk 1 ha lahan budidaya tanaman rami setidaknya membutuhkan 5 orang tenaga kerja untuk membantu proses pengelolaan, mulai dari pengolahan tanah, penanaman, pemupukan, pemeliharaan, hingga pemanenan. Mengingat lahan budidaya rami yang potensial digunakan adalah seluas 116.416,67 ha, maka secara keseluruhan dibutuhkan 582.083 tenaga kerja, khususnya petani, yang siap berkontribusi dalam memajukan budidaya rami di Indonesia. Jumlah tenaga kerja sebanyak itu dapat dipenuhi melalui pemberdayaan penduduk penganggur terbuka Indonesia yang pada tahun 2010

jumlahnya mencapai 8.592.490 orang (Kemenakertrans, 2010). Artinya, pengembangan serat rami secara tidak langsung juga berkontribusi dalam mengurangi jumlah penganggur terbuka tanah air hingga 6,77%. Analisis prospek pengembangan serat rami secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis prospek pengembangan serat rami terhadap budidaya rami, peningkatan produktivitas lahan tidur, dan pengurangan jumlah penganggur

Analisis Kebutuhan Serat Rami	
Serat Kapas (impor) (ton/th)	318.510
Serat Sintetis (impor) (ton/th)	36.000
Serat Rami (ton/th)	500
Total Kebutuhan Serat Rami (ton/th)	355.010
Analisis Potensi Produksi Serat Rami	
Luas Lahan (ha)	480
Hasil Panen Batang Basah (ton)	36.000
Hasil Serat Kering (ton)	1.440
Limbah (ton)	5.760
Analisis Kebutuhan Perluasan Lahan Budidaya Rami	
Kebutuhan serat yang belum terpenuhi (ton/th)	349.250
Total Hasil Panen Batang Basah yang diperlukan (ton/th)	8.731.250
Total Luas Lahan Budidaya Rami yang diperlukan (ha)	116.416,67
Persentase Lahan Budidaya terhadap Lahan Tidur Indonesia (%)	1,62
Analisis Prospek Budidaya Rami sebagai Lapangan Pekerjaan	
Jumlah Penganggur Terbuka Indonesia tahun 2010 (orang)	8.592.490
Kebutuhan Tenaga Kerja untuk Budidaya Rami per hektar (orang)	5
Total Kebutuhan Tenaga Kerja untuk Budidaya Rami Keseluruhan (orang)	582.083,33
Kontribusi Pengurangan Penganggur (%)	6,77

Kedua, produk serat nano rami dapat menjadi tambahan pasokan atau bahkan menjadi pasokan utama untuk menggantikan serat tekstil alam terutama serat kapas. Produksi kapas dalam negeri tidak lebih dari 25.000 ton dari total kebutuhan 550.000 ton. Pemerintah RI mengimpor bahan baku serat kapas sebesar lebih dari 95,5 % dari kebutuhan dalam negeri dan tercatat sebagai pengimpor kapas terbesar ke-2 di dunia (Pamuji H, *et al.*, 2009). Selama periode Januari-Juni 2010, impor serat kapas Indonesia secara kumulatif mengalami kenaikan signifikan baik dalam volume maupun nilai. Untuk volume naik 24% menjadi 318,51 ribu ton dari impor kapas periode yang sama tahun lalu yang tercatat sebanyak 256,91 ribu ton (Rachman A.H, 2010).

Ketiga, serat nano rami dapat menjadi alternatif pengganti penggunaan serat sintetis yang tingkat kebutuhannya cukup tinggi dan terus mengalami kenaikan. Padahal, serat sintetis dapat mencemari lingkungan dan harganya pun lebih mahal dibandingkan serat alam. Total kebutuhan serat sintetis di dalam negeri saat ini tercatat sekitar 1 juta ton per tahun, dengan total kapasitas terpasang 1,2 juta ton per tahun, di mana 70% di antaranya dijual ke pasar domestik dan sisanya diekspor (Simanjuntak YH, 2008). Pada tahun 2010 sebanyak 30% dari total kebutuhan serat sintesis nasional dipenuhi dari pasokan

luar negeri. Contoh jenis serat sintetis yang banyak digunakan di Indonesia adalah serat aramid dan rayon. Serat aramid memang sangat kuat (5 kali kekuatan baja), ringan, tahan bahan kimia, tahan panas, tahan bakar, dan rendah dalam menghantar panas. Namun, harga serat aramid seperti kevlar cukup mahal dan bisa mencapai US\$ 900-an per ton. Selain itu, saat ini industri tekstil berbasis kain dan benang juga terancam kekurangan bahan baku berupa serat sintetis rayon (*viscose staple fibre*) sebesar 33% atau sekitar 100.000 ton (Simanjuntak YH, 2008).

Keempat, saat ini pengembangan *nanofiber* dari tanaman rami di Indonesia masih berada dalam tahap kajian analisis prospektif dan penelitian skala laboratorium tahap lanjut. Teknologi yang dimiliki oleh Indonesia belum mampu untuk memproduksi dengan skala besar. Hal inilah yang diharapkan dapat memunculkan ide-ide kreatif baik individu akademisi maupun institusional dalam mengembangkan serat nano rami dengan metode *electrospinning*. Hasil survei dari Kemenehistek yang dimodifikasi menunjukkan bahwa sejak tahun 2005 (sejak terbentuknya Masyarakat Nanoteknologi Indonesia / MNI) hingga kini telah terdata sekurangnya 70 periset di bidang iptek nano. Kerjasama antar institusi dalam negeri maupun luar negeri diharapkan dapat menjadi salah satu jalan pembuka alih teknologi pembuatan serat nano rami (Kementerian Perindustrian, 2008).

Sebagai upaya untuk mempercepat transfer teknologi pembuatan serat nano kepada petani diperlukan tindakan operasional, di antaranya: meningkatkan aktivitas penyuluhan, penyesuaian teknik serta materi penyuluhan untuk menghadapi petani yang beragam kondisinya, melakukan penelitian-penelitian yang sesuai dengan kepentingan dan permasalahan petani. Pendampingan teknologi dalam pola OFR (*on farm research*) maupun pengelolaan tanaman terpadu (PTT) terbukti mampu meningkatkan produktivitas di tingkat petani (Prabowo DA, 2007). Jadi, pengembangan serat nano dari rami sangat prospektif untuk diterapkan di Indonesia karena sangat menunjang upaya intensifikasi industri tekstil nasional agar lebih maju dan mandiri.

KESIMPULAN

Pengembangan serat rami berukuran nano memiliki prospek yang sangat besar untuk intensifikasi industri tekstil di Indonesia. Dampak positif yang dihasilkan meliputi bidang ekonomi, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sosial kemasyarakatan, dan lingkungan hidup. Pemanfaatan serat nano rami merupakan solusi alternatif dalam rangka pemenuhan kebutuhan serat tekstil dalam dan luar negeri yang memperhatikan kearifan lokal dan lingkungan. Berbagai keunggulan serat nano rami jika dibandingkan serat alam lainnya menjadikan serat nano rami sebagai sumber serat tekstil yang sangat potensial. Selain itu, teknologi ini juga menjadi salah satu jawaban dalam menghadapi ancaman .

DAFTAR PUSTAKA

- Berger, J. 1969. *Fibre crops; their cultivation and manuring*. Zurich : Centre d'Etude de l'Azote.
- Sautter BP. 2005. *Continuous polymer nanofibers using electrospinning*. Chicago : Department of Mechanical Engineering, University of Illinois Chicago Press.
- Budi US, *et al.*. 2005. Biologi tanaman rami (*Boehmeria nivea* (L.) Gaud). *Monograf Balittas*, 8 : 0853-9308
- Buxton A, Greenhalgh P. 1989. Ramie, short lived curiosity or fibre of the future. *Textile Outlook International* : 62-71.
- Darwansah Y. 2010. Lahan tidur perkebunan diinventarisasi. Available from: <<http://jemekarots.wordpress.com/2010/04/13/lahan-tidur-perkebunan-diinventarisasi>> [Diakses 25 Februari 2011]
- Didet SR; Puslitbang Indhan Balitbang Dephan. 2004. Rami tanaman asli indonesia untuk meningkatkan kemandirian kebutuhan alat pertahanan. *STT*, 7(2289).
- Jati YW. 2010. Industri kain kekurangan serat rayon. Jakarta : Bisnis Indonesia. Available from : <<http://bataviase.co.id/node/234086>> [Diakses 25 Februari 2011]
- Kementerian Ketenagakerjaan dan Transmigrasi [Kemenakertrans]. 2010. *Sakernas 2010 [Februari]*. Jakarta : Pusdatinaker.
- Kementerian Perdagangan. 2010. Tinjauan umum hingga Agustus 2010. *Tinjauan Terkini Perdagangan Indonesia*, 8(1) : 1-11.
- Kementerian Perdagangan. 2011. Tinjauan umum hingga November 2011 dan prospek ekspor 2011 berdasarkan komoditi. *Tinjauan Terkini Perdagangan Indonesia*, 11(1) : 1-10.
- Kementerian Perindustrian. 2008. *Road map pengembangan teknologi industri berbasis nanoteknologi*. Jakarta : Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Industri, Badan Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Industri.
- Miranti E. 2007. Mencermati kinerja tekstil Indonesia : Antara potensi dan peluang. *Economic Review*, (1)209.
- Munir MM, *et al.* 2009. *Rev. Sci. Instrum*, 80(026106).
- Paimin FR. 2001. Rami substitusi kapas. *Trubus Agustus*, 381(32).
- Pamuji H, *et al.*. 2009. Industri kain : rami garut menembus mancanegara. *Gatra*, 26 Februari.
- Prabowo AP. 2007. *Prospek penerapan mikroalga laut tropis untuk biofuels*. Bogor : IPB.
- Ramakrishna S, *et al.*. 2008. *An introduction to electrospinning and nanofibers*. New York : Wiley.
- Simanjuntak YH . 2008. Margin laba industri serat sintesis tertekan. Jabar : Dinas Perindustrian dan Provinsi Jawa Barat. Available from: <<http://www.disperindag-jabar.go.id/?pilih=lihat&id=2862>> [Diakses 25 Februari 2011]
- Subbiah T, *et al.*. 2008. *Polymeric nanofibers by electrospinning*. Texas : Department of Chemical Engineering, Texas Tech. University Press.

- Subyakto, *et al.*. 2009. Proses pembuaatan serat selulosa berukuran nano dari sisal (Agave sisalana) dan bambu betung (Dendrocalamus asper). Bogor : UPT Balai Litbang Biomaterial LIPI.
- Tarmansyah US; Puslitbang Indhan Balitbang Dephan. 2007. Pemanfaatan serat rami untuk pembuatan selulosa. STT, 18(2289).
- Tresna PS, Widjajalaksmi K, & Agustinus PI. 2009. Karakteristik mekanik komposit lamina serat rami epoksi sebagai bahan alternatif soket prostesis. Jurnal Makara, Teknologi, 13(2) : 96-101.
- Watthanaarun J. 2004. *Effect of synthesis parameters and secondary metal doping on physical and chemical properties of the electrospun Titanium (IV) Oxide nanofibers*. Chulalongkorn : Faculty of Engineering Chulalongkorn University Press.
- Winarto BW; Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. 2005. Pengolahan serat rami kasar (china grass) menjadi serat siap pintal. Monograf Balittas, 8 : 1-10
- Zubaidi. 2009. *Nanofiber dan electrospinning serta pemanfaatannya dalam pembuatan tekstil masa depan*. Bandung : Bali Besar Tekstil Press.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

KETUA

Nama/NIM : Rizki Adistya / G74080015
 Tempat/Tanggal Lahir : Tangerang/ 12 Juni 1989
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Jabatan dalam PKM : Ketua
 Agama : Islam
 Hobi : Jogging
 Institusi : Institut Pertanian Bogor
 Alamat : Komplek Inkopad Blok D12 No. 6, Kecamatan Tajurhalang, Kabupaten Bogor

Riwayat pendidikan :

SDN Kartika Sejahtera	1996 - 2002
SLTPN 14 Kota Depok	2002 - 2005
SMAN 5 Depok	2005 - 2008
S1 Fisika, Institut Pertanian Bogor	2008 - sekarang

Pengalaman Organisasi :

Ketua Divisi Ruhiyah Rohis SMAN 5 Depok	2006 - 2007
Ketua Rohis Angkatan Fisika 2008 IPB	2008 - sekarang
Anggota Lembaga Dakwah Fakultas MIPA IPB	2009 - sekarang

ANGGOTA 1

Nama/NIM : Ahmad Yasin / G74080065
 Tempat/Tanggal Lahir : Jakarta / 21 Desember 1989
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Jabatan dalam PKM : Anggota

Agama : Islam
 Hobi : Membaca, menulis, desain grafis
 Institusi : Institut Pertanian Bogor
 Alamat Asal : Jl.H.Taqwa no.105 Jatimakmur, Pd Gede Bekasi,
 17413, Tel.021-8488744
 Alamat Sekarang : PPM Al Inayah, Jl. Bateng, Gg Masjid ,no.55,
 Bogor 16680

Riwayat pendidikan :
 SDIT IQRO 1996 - 2002
 SMPIT YAPIDH 2002 - 2005
 SMAN 21 Jakarta 2005 - 2008
 S1 Fisika, Institut Pertanian Bogor 2008 - sekarang
 Pengalaman Organisasi :
 Rohis SMA N 21 jakarta, Kadiv Humas, 2008 - 2009
 Anggota komisi III DPM FMIPA, 2009 - 2010
 Koordinator Badan Multimedia KAMMI IPB 2009 - 2010
 Kepala departemen Syiar dan Sains, Serum-G IPB 2010 - 2011

ANGGOTA 2

Nama/NIM : Hendra Prasetya / G14070025
 Tempat/Tanggal Lahir : Banyumas / 25 September 1989
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Jabatan dalam PKM : Anggota
 Agama : Islam
 Hobi : Menulis Karya Ilmiah
 Institusi : Institut Pertanian Bogor
 Alamat : Babakan Lio No. 33, RT 3 / 11, Kelurahan
 Balumbang Jaya, Kecamatan Darmaga, Kabupaten
 Bogor Barat, Jawa Barat, 16680
 Email / HP : mahee98@yahoo.com / 085782211837

Riwayat pendidikan :
 TK Pertiwi Rawaheng 1992 - 1995
 SDN 3 Rawaheng 1996 - 2001
 SMPN 1 Wangon 2002 - 2004
 SMAN 1 Jatilawang 2005 - 2007
 S1 Departemen Statistika, Institut Pertanian Bogor 2007 - sekarang
 Pengalaman Organisasi :
 Departemen Community Development, UKM FORCES IPB 2009 - 2010
 Divisi Soskemas, LDK Al Hurriyyah 2008
 Divisi Syiar, LDK Al Hurriyyah 2009
 Kementerian Pendidikan BEM KM IPB 2010
 DPM FMIPA IPB 2009
 KAMMI Izudin Al Qassam 2009
 Green Peace South Asia 2010
 UKM KOPMA IPB 2009

DOSEN PEMBIMBING

Nama : Jajang Juansah, M.Si.
 NIP : 19771020 200501 002
 Jabatan Fungsional : Lektor
 Jabatan : kepala Lab. Fisika TPB
 Tempat, Tanggal lahir : Samarang, 20 Oktober 1977
 Jenis Kelamin : Laki – laki
 Status Pernikahan : Menikah
 Agama : Islam
 Alamat : Babakan Panday. 01/07. Cibanteng. Ciampea.
 Kabupaten Bogor 16620 / 08121918444

Pendidikan:

2002 – 2005 : S2 Fateta IPB Ilmu Keteknikan Pertanian
 1996 – 2000 : S1 MIPA IPB Program Studi Fisika

Publikasi Ilmiah:

- K. dahlan, **Jajang Juansah** dan Farida Huriati : pengaruh larutan sari buah nanas *A. Comulus* terhadap sifat listrik membran selulosa asetat selama perendaman (The effect of pineapple (*A.Comulus*) juice solution to Electrical properties of Sellulose asetate membrane during soaking) (AGRITEK jurnal ilmu – ilmu pertanian, vol 15. no 3. juni 2007)
- **Jajang juansah**, Irmansyah, Fauzan, Akhiruddin Maddu : Kajian sifat dielektrik buah semangka *C. vulgaris* dengan pemanfaat sinyal listrik frekuensi rendah (jurnal sains MIPA, vol 2. no 1. Desember 2007)
- **Jajang Juansah**, Irmansyah dan Eneng Jajah : Kajian Sifat Kapasitif Daging Ayam Broiler Selama Penyimpanan dengan Pemanfaatan Sinyal Listrik Frekuensi Rendah (jurnal ilmu Pengetahuan dan Teknologi, AKATELKOM, vol 6. no 1. Januari 2008) ,
- **Jajang Juansah**, Irmansyah dan Rika Putri : Kajian Sifat Listrik buah Manggis pada berbagai tingkat ketuaan. (jurnal ilmu Pengetahuan dan Teknologi, AKATELKOM, vol 7. no 2. Januari 2009)
- **Jajang Juansah**, Irmansyah dan Kusnadi : Kajian Sifat Listrik telur ayam kampung Selama Penyimpanan dengan Pemanfaatan Sinyal Listrik Frekuensi Rendah (Media Peternakan, vol 32. no 1. 2009)
- **Jajang Juansah**, K. dahlan dan Farida Huriati, Peningkatan mutu sari buah nans dengan memanfaatkan system filtrasi dead end dari membrane selulosa asetat. *MAKARA, SAINS, VOL. 13, NO. 1, APRIL 2009: 96-102*
- **Jajang Juansah**, Kajian Fisiko-Kimia Beberapa jenis Buah Mangga. *Jurna Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Volume 9 No:1 2010*