

PEMANFAATAN LIMBAH PENGOLAHAN SERAT ALAM (RAMI) UNTUK KAIN *NON-WOVEN* DAN KOMPOSIT

Zubaidi-Kailani

Balai Besar Tekstil, Bandung

ABSTRAK

Proses pengolahan serat-serat alam (batang dan daun) seperti rami, abaka, kenaf, nanas, dan lainnya akan menghasilkan serat panjang dan halus untuk konsumsi industri tekstil. Produk lainnya yang berupa serat pendek, kasar, dan juga bahan-bahan yang mengandung selulosa, hemi selulosa, lignin, pektin, merupakan limbah dalam jumlah cukup banyak. Di Indonesia limbah tersebut masih belum dimanfaatkan secara optimal, oleh karena itu limbah tersebut perlu diolah menjadi bahan yang berguna dan bernilai tinggi, untuk menambah keuntungan perusahaan. Pengolahan serat rami untuk tekstil telah dilakukan dengan cara fisika, mekanika, dan kimia yang menghasilkan 4–5% serat halus untuk kain tekstil sandang, sedangkan limbah yang berupa serat kasar sebanyak 20–30% dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran untuk kain *non-woven* dengan berbagai variasi ketebalan, kelenturan, dan fleksibilitas. Limbah lainnya yang mengandung bahan selulosa dapat digunakan untuk bahan komposit yang kuat, berbobot ringan, tidak korosif, dan ramah lingkungan. Produk-produk berupa *non-woven* dan komposit tersebut diharapkan dapat digunakan untuk berbagai keperluan tekstil teknik maupun bahan teknik lainnya.

Kata kunci: Serat alam, limbah rami, kain non-woven, komposit selulosa

THE USE OF NATURAL FIBER PROCESSING WASTE (RAMIE) FOR NON-WOVEN FABRIC AND COMPOSITE

ABSTRACT

The processing of natural fibers (bast and leaves) such as ramie, abaca, kenaf, pineapple, and others will obtain long and fine fibers for textile industry consumption. Other product in the form of short fibers, coarse, and also materials that contain cellulose, hemi cellulose, lignin, pectin, is a waste in large quantities. In Indonesia, the waste is still not used optimally, therefore it should be made a useful and valuable materials to increase the company profits. Processing of ramie fiber for textiles has been carried out using physical, mechanical, and chemical process and obtain 4–5% of fine fiber for apparel textiles. While the waste in the form of crude fiber as much as 20–30% can be used as a compound for non-woven fabric with various thickness, pliability, and flexibility. Other wastes containing coarse cellulosic materials can be used as composite materials that strong, light weight, no corrosive, and environmental friendly. The products of non-woven and composite are expected to be used for various purposes as technical textile and technical materials.

Keywords: Natural fiber, waste of ramie, non-woven fabric, cellulose composite

PENDAHULUAN

Penelitian pengolahan serat-serat alam seperti rami, abaka, kenaf, nanas, sabut kelapa, tandan kelapa sawit, dan sejenisnya telah banyak dilakukan di Balai Besar Tekstil, Bandung. Pengolahan dilakukan dengan cara mekanika/fisika, kimia, dan biologi dalam rangka mendapatkan serat yang panjang, halus, dan kuat agar dapat dilakukan proses tekstil, seperti pemintalan, pertununan, perajutan, pencelupan, pencapan, dan penyempurnaan (*fi-*

nishing). Serat yang halus dan kuat akan menghasilkan tekstil yang berkualitas dan dapat digunakan untuk tekstil sandang maupun tekstil rumah tangga.

Salah satu permasalahan yang ada dalam pengolahan serat rami adalah rendemen berupa serat panjang dan halus yang relatif rendah. Sebagai contoh, dalam penelitian serat rami yang pernah dilakukan di 3 tempat yaitu, Wonosobo (Jawa Tengah), daerah Garut (Kopontren Darussalam), dan perkebunan rami di daerah Bendungan Saguling,

Jawa Barat hanya menghasilkan 4–5% serat halus sedangkan limbahnya berupa serat kasar, serat pendek, batang kayu, gabus, dan lain-lain belum dimanfaatkan secara optimal (Kailani *et al.* 2001; 2004; 2006). Rendemen serat halus yang rendah tersebut menyebabkan semakin besar biaya produksi, berkurangnya keuntungan, dan bahkan dapat menyebabkan kebangkrutan pengusaha serat alam. Untuk menghindari hal tersebut, maka limbah pengolahan serat alam perlu dimanfaatkan dan dijadikan produk berharga yang dapat dijual untuk meringankan biaya produksi dan menambah keuntungan.

Pada pengolahan serat rami, dihasilkan limbah berupa serat kasar, serat pendek, kayu batang, gabus, getah, daun, dan sebagainya. Ditinjau dari komposisi kimianya serat panjang, serat pendek, maupun serat kasar mempunyai kesamaan kandungan kimia, yaitu selulosa 73,17–75,83%; pektin 13–27%; hemiselulosa 12,45–13,44%; lignin 1,19–1,59%; lemak 0,22–0,63%; serta abu 3,37–3,52% (Eriningsih *et al.* 2008). Selulosa adalah bahan berharga yang dapat digunakan sebagai bahan kertas, pulp, serat rayon viskosa, namun untuk pemurniannya harus melalui proses panjang dan sulit, serta tidak mungkin dilakukan oleh industri menengah kebawah. Pemanfaatan yang mudah dari limbah tersebut paling sedikit ada 2 macam, yaitu untuk kain *non-woven* dan komposit serat alam. Penelitian pendahuluan pembuatan tekstil *non-woven* dan komposit serat alam telah dilakukan Balai Besar Tekstil Bandung, dan bekerja sama dengan PT Pan Asia, Bandung (Gambar 1).

BAHAN DAN METODE

Bahan

- Limbah hasil pengolahan serat rami berupa serat pendek, kasar, kayu batang, gabus yang telah dibersihkan, dimasak (*discouring*), diputihkan (*bleaching*).
- Zat kimia: Natrium hidroksida, hidrogen peroksida, surfaktan, natrium karbonat, resin-resin tekstil, katalis, bahan penguat.

Alat

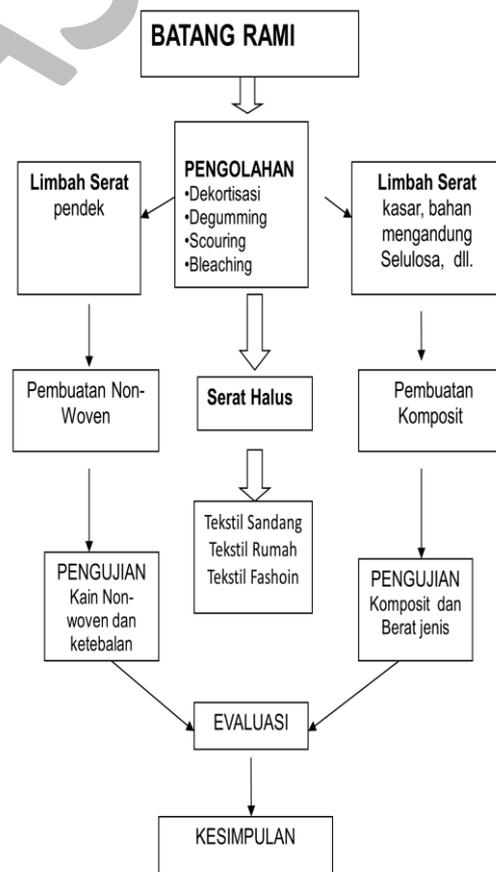
Alat pemanas, alat pemasakan, alat pengelantangan, neraca analitis, alat pres, gelas ukur, labu

ukur, *mixer*, cetakan komposit, dan mesin *needle punching*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dekortikasi

Dekortikasi adalah proses pemisahan serat dari batang yang prosesnya dilakukan secara mekanik untuk menghasilkan serat rami mentah atau disebut *china grass*. Dalam proses tersebut masih banyak sisa-sisa selain serat yang menempel pada *china grass* yang harus dihilangkan. Pengulangan proses pada mesin dekortikator (Gambar 2) dan penambahan penggilasan/pemukulan terhadap *china grass* akan membersihkan serat, tetapi juga akan menambah jumlah serat yang terkoyak dan bahkan terpotong-potong, sehingga nantinya akan menjadi serat pendek. *China grass* yang dihasilkan oleh alat ini kurang lebih 6%, bergantung pada umur tanam-



Gambar 1. Alur penelitian pengolahan serat rami, pemanfaatan serat halus, dan limbahnya

an dan alat yang digunakan. Dari proses ini yang banyak dihasilkan berupa limbah, adalah serat pendek, potongan kayu, gabus, getah, hijau daun. Namun tidak semua limbah tersebut dapat dimanfaatkan dalam penelitian ini. Menurut informasi, getah dan hijau daun dapat dimanfaatkan sebagai obat-obatan.



Gambar 2. Alat dekortikator

Pemasakan (*Scouring*)

Proses pemasakan *china grass* menggunakan natrium hidroksida dan zat pembasah (surfaktan) pada suhu panas 100°C selama kurang lebih 30 menit. Maksud dari proses ini ialah menghilangkan minyak, lemak, lilin, dan sejenisnya. Dari percobaan pendahuluan menunjukkan bahwa konsentrasi natrium hidroksida yang rendah, tidak akan menghasilkan penurunan berat yang efektif meskipun dilakukan dalam waktu yang cukup lama. Pada konsentrasi natrium hidroksida yang tinggi dengan proses yang lama juga tidak akan memberikan hasil yang baik, bahkan akan menurunkan.

Pengelantangan (*Bleaching*)

Proses ini dimaksudkan untuk memutihkan serat dengan cara mengoksidasi kotoran yang tidak bisa dihilangkan pada proses pemasakan. Zat yang digunakan adalah hidrogen peroksida dalam suasana alkali. Dengan cara tersebut kotoran-kotoran yang berupa pigmen, senyawa abu, dan sebagainya akan teroksidasi dan larut sehingga serat lebih putih. Untuk membuat limbah pengolahan serat rami menjadi lebih murni dan lebih putih perlu dilakukan proses pemasakan (*scouring*) dan pemutihan (*bleaching*) (Gambar 3).



Gambar 3. Serat rami sebelum dan sesudah pemutihan

Pelembutan dan Pemisahan

Proses ini dimaksudkan untuk mengurai serat-serat dan memisahkan serat halus dan serat kasar dengan cara memberikan perlakuan secara mekanik dengan melewati beberapa rol beralu. Pemisahan dilakukan dengan cara meniup serat halus sedangkan serat kasar akan cenderung berada di bawah. Limbah dari pelembutan dan pemisahan ini banyak menghasilkan serat pendek dan serat kasar.

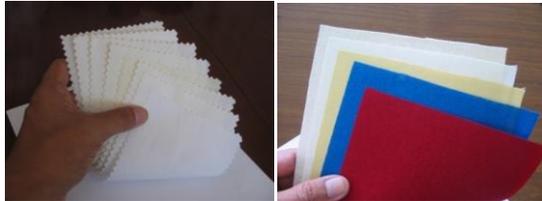
Pengolahan Secara Biologi

Pemisahan serat dengan cara biologi adalah cara yang sejak dulu telah dilakukan. Pada mulanya cara tradisional tersebut dilakukan dengan metode perendaman di dalam lumpur yang terdapat banyak mikrobakteri. Zat-zat selain serat yang melekat pada serat diuraikan oleh bakteri pembusuk. Oleh karena itu pemisahan serat dengan cara ini merupakan cara yang paling ekonomis karena tanpa biaya. Kelemahan cara ini adalah pengontrolannya sangat sulit dilakukan. Mikrobakteri akan mati dan tidak akan bekerja lagi apabila kondisi seperti suhu dan pH tidak sesuai. Dalam dunia tekstil penggunaan proses biologi sampai saat ini masih terus dikembangkan yang dikenal dengan nama *biofinishing*. Proses tersebut menggunakan enzim yang telah diidentifikasi keaktifannya, sehingga dalam penggunaannya dapat berjalan secara optimal.

Pemanfaatan Limbah

Hasil pengolahan serat rami dari batang basah hanya memperoleh serat halus sebesar 4–5%. Limbah dari pengolahan tersebut tidak berarti langsung dapat dimanfaatkan untuk kain *non-woven* dan komposit, karena masih terdapat getah, hijau daun, dan zat terlarut yang harus dihilangkan. Limbah hasil pengolahan yang dimanfaatkan adalah serat-serat kasar, serat pendek, dan bahan yang mengandung banyak selulosa, dan hemiselulosa. Serat yang panjang dan halus dapat dimanfaatkan seba-

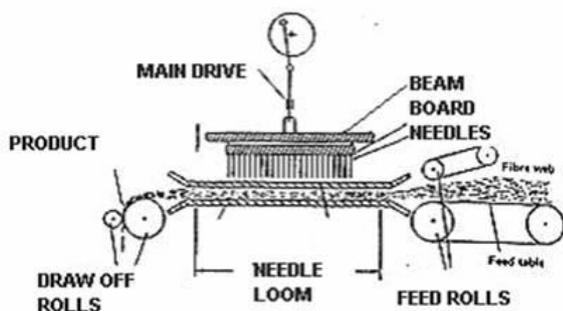
gai tekstil yang eksklusif dan mahal, misalnya untuk serat campuran, tekstil sandang, tekstil *fashion*, atau tekstil rumah tangga (Gambar 4).



Gambar 4. Serat rami untuk tekstil sandang dan rumah tangga

Pembuatan *Non-woven*

Usaha pemanfaatan limbah berupa serat pendek dan kasar perlu dilakukan pemasakan (*scouring*) dan pemutihan (*bleaching*) bila diinginkan serat yang bersih dan putih untuk dijadikan kain *non-woven* yang baik. Banyak cara untuk membuat kain *non-woven* di antaranya: *needle punching*, *thermal bonding*, *chemical bonding*, *stitch bonding*, *ultrasonic bonding* (Balasubramanian 2009). Teknologi *needle punching* adalah teknologi yang paling umum dan lebih cocok digunakan untuk serat pendek, yaitu dengan memberikan sedikit campuran serat panjang sebagai penguat (Gambar 5). Pembuatan *non-woven* dengan cara *needle punching* dapat digunakan serat dengan panjang sampai kira-kira 1 cm, bergantung pada kemampuan *stitch* jahitan. Makin kecil kemampuan *stitch* jahitan, makin tinggi kemampuan untuk memanfaatkan serat pendek, demikian pula sebaliknya. Berdasarkan perhitungan, panjang serat yang diharapkan adalah dua setengah kali terhadap panjang *stitch* jahitan. Dengan demikian setiap serat minimal akan dapat 2 ikatan dalam jahitan (Gambar 6). Makin besar perbanding-



Gambar 5. Skema dan mesin *needle punching*

an akan menghasilkan banyak ikatan dalam jahitan, sehingga lebih kuat. Pencampuran antara serat pendek dengan serat panjang juga bisa dilakukan karena serat besar yang panjang akan ikut serta memperkuat ikatan serat satu dengan serat yang lainnya, terutama terhadap serat yang lebih pendek. Makin banyak kandungan serat panjang dalam campuran itu makin tinggi kekuatan *non-woven* yang dihasilkan. Pada pembuatan *non-woven* dengan cara *chemical bonding* persyaratan panjang serat tidak terlalu ketat dibanding dengan cara *needle punching*, karena ikatan antarserat akan terjadi di sepanjang serat dan hasilnya lebih kaku. Kekuatan *non-woven* dengan cara ikatan kimia tersebut ditentukan oleh kekuatan ikatan yang dibentuk oleh bahan kimianya. Demikian juga sifat fisik dan mekanika bahan kimia (resin) akan lebih dominan dalam menentukan elastisitas, kelenturan, modulus, dan sebagainya sehingga serat alam seolah-olah lebih berperan sebagai pengisi (*filler*). Ikatan kimia resin terhadap serat dapat berupa ikatan *covalen*, *heterovalen*, dan hidrogen (ikatan antarmolekul-Gaya Van der Waals) (Clark 2000).



Gambar 6. Kain *non-woven* yang dibuat dengan mesin *needle punching*

Pembuatan Komposit

Selulosa merupakan polimer yang kaya gugus hidroksil (-OH) yang dapat berikatan dengan resin reaktan membentuk ikatan silang berstruktur tiga dimensi. Komposit dapat terdiri atas dua komponen atau lebih, yang satu sama yang lain saling menguatkan. Beberapa resin tekstil yang dapat digunakan untuk selulosa (Peijs 2000).

a. Glyoksal

Mempunyai rumus kimia: OHCCHO berbentuk kristal atau cairan berwarna kekuningan. Resin tersebut dapat digunakan sebagai resin untuk

“permanent pres” pada kain. Penggabungan dengan resin dari jenis polihidroksil seperti polivinil alkohol, kanji, dan selulosa, akan membentuk resin yang permanen dan tidak larut dalam air.

b. Epoksi

Epoksi resin termasuk resin termoseting yang kereaktifannya berdasarkan kereaktifan dari epoksida (-COC-). Salah satu di antara resin ini dibuat dari epiklorohidrin dan bisfenol A. Senyawa-senyawa alifatik poliol seperti gliserol dapat digunakan sebagai pengganti bisfenol A. Molekul tipe ini dapat membentuk struktur glisidil eter -OCH₂CHOCH₂. Tipe lain dapat dibuat dari oksidasi poliolefin dengan asam perasetik. Cara ini dapat menghasilkan banyak grup epoksida dengan molekul yang lebih baik dan dapat “dicure” dengan unhidrida meskipun memerlukan suhu tinggi. Senyawa tersebut dapat dimodifikasi dan telah banyak dibuat untuk dikomersialisasikan. Sebagai contoh bisfenol yang telah dihalogenasi dapat menghasilkan bahan tahan api. Epoksi reaktif dapat membentuk struktur tiga dimensi yang sangat keras, gaya adesi yang sangat baik, dan tahan senyawa kimia. Epoksi resin dapat digunakan sebagai bahan *coating*, adesif untuk komposit dan logam, gelas, keramik, dan lain-lain.

c. Polivinil asetat (PVAc)

Mempunyai rumus kimia [-CH₂CH(OOCCH₃)]_x yang merupakan polimer termoplastik dengan berat molekul tinggi. Sifatnya tidak berwarna, tidak berbau, dan transparan. Pada berat molekul rendah dapat larut pada alkohol, ester, bensen, hidrokarbon terklorinasi. Dapat digunakan adesif untuk kertas, selulosa kayu, gelas, logam, porselin, *seal*, dan juga tekstil, pengikat (binder) *non-woven*, komponen laks, dan lain-lain.

d. Resin poliakrilamid

Mempunyai rumus kimia (CH₂CHCONH₂)_x. Penggunaannya sebagai bahan pengental (*thickening agent*), zat pensuspensi, zat aditif untuk adesif,

dan lain-lain. Dalam dunia tekstil, resin ini digunakan untuk penyempurnaan dan memberi kekakuan yang permanen untuk bahan sintetik maupun selulosa apabila dilakukan menggunakan resin amino-plastik. Untuk tekstil sandang, resin tersebut sangat baik digunakan penyempurnaan “*wash and wear*”, mempunyai warna sedikit kekuning-kuningan pada kondisi sedikit asam yaitu antara pH 5,5–6,5, dan dapat digunakan bersama dengan hampir semua resin dan zat-zat *finishing* (Sperlich 2003).

e. Asam metakrilat

Monomer asam metakrilat yang merupakan alfa asam metakrilat mempunyai rumus kimia CH₂:C(CH₃)COOH bersifat larutan yang tidak berwarna, larut dalam air, alkohol, eter, dan hampir semua pelarut organik. Penggunaannya sebagai monomer untuk pembentukan resin dan polimer volume yang besar, akan tetapi mempunyai kelemahan yaitu bersifat iritasi pada kulit.

Ditinjau dari segi teknis dan ekonomis komposit dari rami dan resin polivinil asetat (PVAc) adalah yang paling baik (Kailani *et al.* 2006). Dari prapenelitian pembuatan komposit menggunakan variasi konsentrasi resin diperoleh hasil komposit dengan bobot yang bervariasi (Gambar 7). Makin encer konsentrasi resin, makin ringan komposit yang dihasilkan. Dengan hasil tersebut maka berat jenis komposit dapat dikendalikan sesuai dengan hasil yang diinginkan. Hasil pengujian kestabilan komposit terhadap perendaman dalam air menunjukkan kestabilan yang baik (Tabel 1).



Gambar 7. Komposit rami-resin dengan berbagai berat jenis

Tabel 1. Pengaruh perbandingan berat resin dan air terhadap berat jenis komposit

Perbandingan berat resin : air	Diameter komposit			Volume (cm ³)	Berat (g)	BJ
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)			
1 : 0	6,0	6,0	3,5	126,00	63,6	0,506
1 : 1	6,0	5,0	3,0	90,00	42,2	0,469
1 : 2	6,0	5,8	3,3	114,84	41,9	0,365
1 : 3	6,0	5,7	3,3	112,86	33,2	0,294

Beberapa contoh komposit serat rami-resin dan penguat bahan lain telah dicobakan dengan maksud untuk penggunaan yang luas, di antaranya bahan bangunan dan panel antipeluru (Gambar 8 dan 9).



Gambar 8. Komposit rami-resin dengan penguat kawat, polipropilen di dalamnya



Gambar 9. Komposit rami untuk panel antipeluru dengan penguat kain poliester

Potensi Serat Alam Selulosa

Di Indonesia persediaan bahan baku tekstil berupa serat kapas sampai saat ini sangat kurang

sehingga Indonesia masih banyak mengimpor serat kapas dari berbagai negara. Di sisi lain, sebagai negara tropis dan negara kepulauan, Indonesia mempunyai potensi kuat untuk dikembangkan serat alam lain (non-kapas) seperti serat kenaf, serat sisal, serat nanas, serat abaka, serat sawit, sabut kelapa. Serat-serat alam yang berdiameter besar tersebut masih kurang mendapat perhatian, tetapi di masa yang akan datang serat-serat tersebut semakin mendapat banyak perhatian karena kebutuhan tekstil non-sandang (*technical textile*) cenderung meningkat (Anonim 2003). Potensi serat alam di Indonesia perlu diantisipasi mulai sekarang dengan melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka pemanfaatannya. Kerja sama antara Kementerian Pertanian, para petani, dan semua lembaga penelitian perlu ditingkatkan.

Dari Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa serat batang mengandung polimer selulosa antara 61,74–83,32; pektin 6,41–25,36%; lemak dan lilin 0,22–2,39%; abu antara 0,61–3,15%; dan sisanya adalah zat lain dan zat terlarut lainnya. Perbedaan serat batang dengan serat daun ialah serat batang tidak mengandung lignin dan hemiselulosa. Dengan mengetahui kandungan tersebut akan diperoleh informasi untuk membantu penelitian pemanfaatan serat batang dan serat daun secara tepat.

Tabel 2. Kandungan kimia sera-serat batang

Serat batang	Selulosa	Lignin	Hemiselulose	Abu	Lemak & lilin	Pektin	Lain-lain
Yute colorless (<i>Corchorus</i>)	64,24	-	-	0,68	0,39	24,41	
Yute (<i>fawn</i>)	63,05	-	-	-	0,32	25,36	
Yute (<i>brown</i>)	61,74	-	-	-	0,45	21,39	
Flax raw (<i>Linum usitatissimum</i>)	71,50	-	-	1,32	2,37	-	
Flax (<i>boiled</i>)	82,57	-	-	0,70	2,39	-	
Rami (<i>Boehmeria</i>) Haitian	83,32	-	-	2,05	0,22	7,51	6,90
Rami Japanese	83,09	-	-	3,15	0,22	6,65	6,89
Hemp (<i>Cannabis sativa</i>)	77,70	-	-	0,82	0,56	9,31	8,88
Sunn (<i>Crotalaria juncea</i>)	80,01	-	-	0,61	0,55	6,41	12,42
Kenaf (<i>Hibiscus cannabinus</i>)	>64,24	-	-	0,68	0,39	24,41	

Sumber: Matthews 1954 (dimodifikasi).

Tabel 3. Kandungan kimia serat-serat daun

Serat daun	Selulosa	Lignin	Hemi selulose	Abu	Lemak & lilin	Pektin	Lain-lain
Abaca (<i>Musa</i>) Muller	64,72	-	-	1,02	0,63	-	21,83
Abaca Turner	63,20	5,10	19,60	-	0,20	0,50	-
Sisal (<i>Agave sisalana</i>) Matthews	72,00	14,50	-	1,00	-	-	
Sisal Turner	65,80	9,90	12,00	-	0,30	0,80	
Nanas (<i>Ananas comosus</i>)	81,50	12,70	-	1,10	-	-	5,60

Sumber: Matthews 1954 (dimodifikasi).

KESIMPULAN

Penelitian pengolahan serat-serat alam seperti rami, abaka, kenaf, nanas, dan sejenisnya telah banyak dilakukan dan biasanya menghasilkan limbah yang cukup besar. Untuk meringankan biaya produksi dan menambah keuntungan, semua produk hasil olahan perlu dijadikan produk berharga yang mampu dijual. Serat panjang dan halus digunakan untuk tekstil eksklusif maupun serat campuran, seperti untuk tekstil sandang, tekstil *fashion*, tekstil rumah tangga, dll. Limbah berupa serat pendek dapat dibuat kain *non-woven* untuk keperluan isolator panas, bahan kedap suara, interior mobil. Limbah serat kasar dan bahan kayu lainnya dapat dibuat komposit yang kuat, tahan air, dan material berbobot ringan yang dapat digunakan untuk bahan pesawat nirawak, bahan bangunan, komponen mobil, peredam suara, panel antipeluru dll.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. Market trend for technical textile. Chemical Fibers International No. 5, October 2003.
- Balasubramanian, N. 2009. Nonwovens—bonding by needle-punching. Battformation, Indian Textile J., Dec.
- Clark, J. 2000. Intermolecular Bonding—Van Der Waals Forces. <http://www.chem-guide.co.uk/atoms/bonding/vdw.html>.
- Eriningsih, R., O. Rukaesih & D. Natawijaya. 2008. Modifikasi proses degumming serat rami metoda kimia. Arena Tekstil Vol. 23(2).
- Mattews. 1954. Textile Fibers, Their Physical, Microscopic, and Chemical Properties. Six Edition, John Wiley and Sons, New York, London.
- Peijs, T. 2000. Composite turn green. Proceedings of The Second International Workshop on Green Polymers, Bandung-Bogor.
- Sperlich, R. 2003. Bonding and Finishing by Freissner Aqua Jet-Spunlace System, Foam Impregnation and Through Air Thermofusion. Fleissner GmbH & Co, Egelsbach Germany.
- Kailani, Z., H. Amirudin, H. Susantyo, S. Maryani, W. Sasmaya & N. Waluyo. 2001. Pengolahan serat rami dan abaka dengan cara sederhana dan ramah lingkungan. Diseminasi dan Pameran Hasil Litbang BBT, Bandung 2001.
- Kailani, Z., Amirudin, W. Sasmaya, N. Waluyo, & Sujana. 2004. Pengolahan serat rami dengan cara mekanika, kimia, dan biologi. Jurnal Balai Besar Tekstil (ISSN 0216-8413), Vol. 7(1).
- Kailani, Z., O. Rukaesih, Santoso, Sujana, & N. Waluyo. 2006. Pembuatan rompi antipeluru dari komposit serat rami. Workshop Hasil Riset Unggulan, BPPI.

DISKUSI

1. Lucy Sego Dipl.Ing.(FH). MBA, Ingenieurburo Sego, Jollystrasse 3 76137 Karlsruhe, Germany

Pertanyaan:

- Berapakah limbah pengolahan serat alam (rami) yang dapat dimanfaatkan?
- Resin apa yang digunakan untuk komposit?

Jawab:

- Hasil pengolahan berupa serat halus dan panjang sebesar 4–5% yang digunakan untuk bahan tekstil. Limbah berupa serat kasar, pendek, batang sebesar 40–60% dapat digunakan untuk kain *nonwoven* dan komposit. Sisanya lagi berupa getah, hijau daun, zat terlarut, zat menguap, dll. mungkin dapat dimanfaatkan untuk obat-obatan, kosmetika, dll., namun hal tersebut harus dilakukan penelitian tersendiri.
- Resin yang digunakan dalam penelitian adalah jenis reaktan terhadap selulosa, dan yang paling berhasil adalah polivinil asetat (PVAc).