

**ANALISIS DESAIN EKSPERIMEN PEMBUATAN MATERIAL
KOMPOSIT BERBAHAN PELEPAH PISANG DENGAN METODE
DESAIN FAKTORIAL 2^3**

**SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**TEGUH YUNIARTO
NIM. 115060700111077**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Desain Eksperimen Pembuatan Material Komposit Berbahan Pelepah Pisang Dengan Metode Faktorial 2³**” dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai bagian dari proses memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Setelah melewati berbagai tahapan, skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, semangat, motivasi, dan dorongan dari berbagai pihak. Penulis sepatutnya menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Orang tua terkasih, Bapak Waris Budiarto dan Ibu Kasiyati yang telah memberikan doa serta dukungannya tanpa henti sehingga penulis termotivasi untuk menyelesaikan skripsi, serta saudara Diah Mustika Sri Agustina dan Rakhmad Yanuar yang selalu memberikan semangat, canda tawa, kasih sayang serta dukungan yang tiada henti untuk penulis.
3. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya.
4. Ibu Debrina Puspita A. ST., M.Eng., sebagai Dosen Pembimbing atas kesediaannya dalam meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan masukan dan saran, serta arahan yang sangat berharga bagi penulis selama masa pengerjaan skripsi.
5. Ibu Dwi Hadi Sulistyarini ST., MT., sebagai Dosen Pembimbing Akademik atas masukan, bimbingan, serta arahan selama masa studi penulis di Jurusan Teknik Industri.
6. Bapak dan Ibu Dosen, serta karyawan Jurusan Teknik Industri yang telah membagi ilmu akademik maupun non-akademik dan berbagai pengalaman hidup selama dalam dunia perkuliahan.
7. Seluruh angkatan 2011 Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya atas kebersamaan, semangat, doa, dan kerjasama selama ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna karena keterbatasan ilmu dari penulis dan kendala-kendala yang terjadi selama pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan

repository.ub.ac.id

tulisan di waktu yang akan datang. Harapannya tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk penelitian dan pengembangan yang lebih lanjut.

Malang, Desember 2018

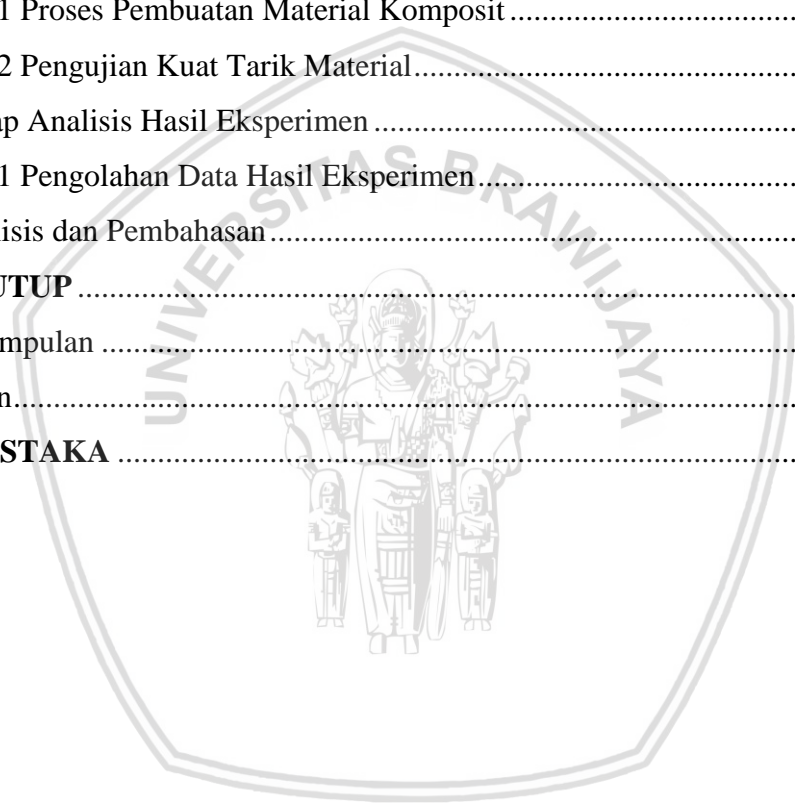
Penulis



DAFTAR ISI

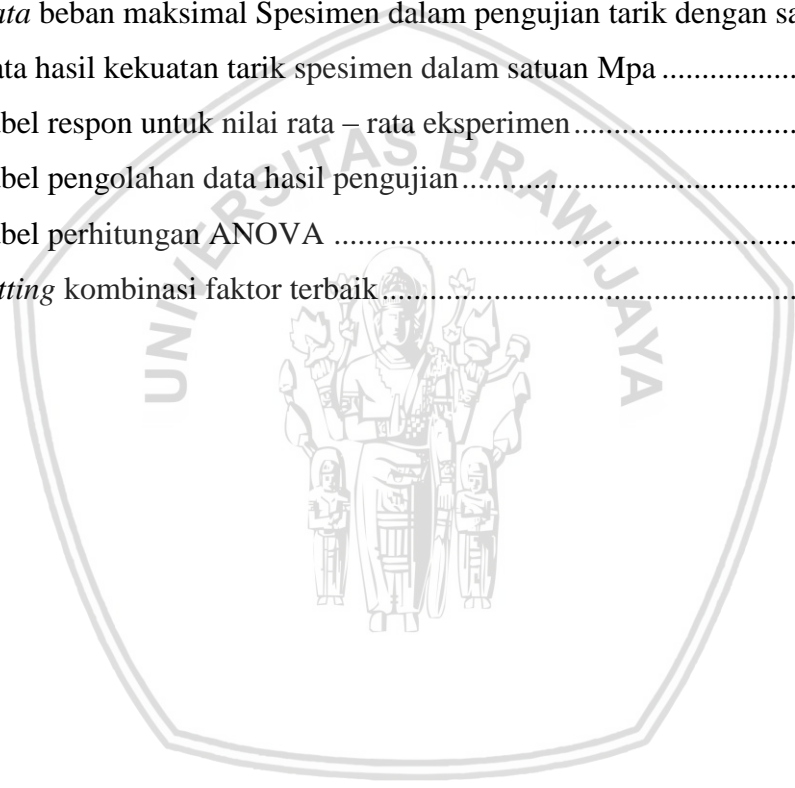
| | |
|---|-----|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| RINGKASAN | ix |
| SUMMARY | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah | 3 |
| 1.3 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Asumsi | 4 |
| 1.6 Batasan Penelitian | 4 |
| 1.7 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Pelepah Pisang | 5 |
| 2.2 Perekat | 6 |
| 2.3 Penelitian Terdahulu | 6 |
| 2.4 Desain Eksperimen | 7 |
| 2.4.1 Tujuan Desain Eksperimen | 8 |
| 2.4.2 Prinsip Dasar Desain Eksperimen | 8 |
| 2.5 Eksperimen Faktorial | 9 |
| 2.5.1 Desain Faktorial 2^3 | 10 |
| 2.6 Parameter Pengujian | 12 |
| 2.7.1 Uji Kuat Tarik | 13 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 15 |
| 3.1 Jenis Penelitian | 15 |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian | 15 |
| 3.3 Jenis Data | 15 |
| 3.4 Langkah Penelitian | 15 |
| 3.5 Diagram Alir Penelitian | 19 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 21 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1 Perencanaan Eksperimen | 21 |
| 4.1.1 Penetapan Variabel Tak Bebas | 21 |
| 4.1.2 Penetapan Variabel Bebas Yang Digunakan | 21 |
| 4.1.3 Perhitungan Jumlah Replikasi..... | 24 |
| 4.1.4 Kombinasi Perlakuan | 24 |
| 4.1.5 Peersiapan Bahan Material Komposit..... | 25 |
| 4.1.6 Alat Yang Digunakan Dalam Eksperimen..... | 26 |
| 4.2 Tahap Pengumpulan Bahan..... | 27 |
| 4.3 Tahap Pelaksanaan Eksperimen | 29 |
| 4.3.1 Proses Pembuatan Material Komposit | 29 |
| 4.3.2 Pengujian Kuat Tarik Material..... | 31 |
| 4.4 Tahap Analisis Hasil Eksperimen | 33 |
| 4.4.1 Pengolahan Data Hasil Eksperimen..... | 33 |
| 4.5 Analisis dan Pembahasan..... | 38 |
| BAB V PENUTUP | 39 |
| 5.1 Kesimpulan | 39 |
| 5.2 Saran..... | 40 |
| DAFTAR PUSTAKA | 45 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.1 | Penelitian terdahulu | 7 |
| Tabel 2.2 | Tabel permisalan nilai respon | 10 |
| Tabel 2.3 | Tabel skema data sampel eksperimen desain factorial 2^3 | 10 |
| Tabel 2.4 | Tabel ANOVA desain eksperimen faktorial acak sempurna..... | 12 |
| Tabel 2.5 | Tabel ukuran spesimen sesuai astm d638m-1 dengan ketebalan(T) | 13 |
| Tabel 4.1 | Faktor yang dipertimbangkan untuk dianalisis lebih lanjut..... | 22 |
| Tabel 4.2 | Faktor yang berpengaruh pada kuat tarik material komposit | 23 |
| Tabel 4.3 | Kombinasi perlakuan | 26 |
| Tabel 4.4 | <i>Data</i> beban maksimal Spesimen dalam pengujian tarik dengan satuan N | 33 |
| Tabel 4.5 | Data hasil kekuatan tarik spesimen dalam satuan Mpa | 33 |
| Tabel 4.6 | Tabel respon untuk nilai rata – rata eksperimen | 34 |
| Tabel 4.7 | Tabel pengolahan data hasil pengujian | 34 |
| Tabel 4.8 | Tabel perhitungan ANOVA | 39 |
| Tabel 4.9 | <i>Setting</i> kombinasi faktor terbaik | 41 |





Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 1.1 | Perkembangan produksi pisang di indonesia tahun 1980-2015..... | 1 |
| Gambar 1.2 | Tali dari pelepah pisang | 2 |
| Gambar 2.1 | Desain spesimen..... | 13 |
| Gambar 3.1 | <i>Flowchart</i> penelitian | 20 |
| Gambar 4.1 | (a) Arah serat sejajar (b) arah serat menyilang | 23 |
| Gambar 4.2 | Pelepah pisang kering | 25 |
| Gambar 4.3 | (a) perekat PVAc (b) perekat resin poliester | 26 |
| Gambar 4.4 | Mesin <i>Press</i> Nagasaki Jack Hydraulic Manual Press Nsp – 15 | 26 |
| Gambar 4.5 | Cetakan | 26 |
| Gambar 4.6 | Wadah | 27 |
| Gambar 4.7 | Proses pembersihan dan pemotongan limbah pelepah pisang | 27 |
| Gambar 4.8 | Proses pengelupasan pelepah menjadi lembaran-lembaran | 28 |
| Gambar 4.9 | Tahap penjemuran pelepah pisang | 28 |
| Gambar 4.10 | Proses pengeleman..... | 29 |
| Gambar 4.11 | Proses <i>pressing</i> | 30 |
| Gambar 4.12 | Proses penjemuran | 30 |
| Gambar 4.13 | Pembentukan spesimen sesuai ASTM ASTM D 638 – 03..... | 31 |



Halaman ini sengaja dikosongkan

RINGKASAN

Teguh Yuniarto, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Desember 2018, *Analisis Desain Eksperimen Pembuatan Material Komposit Berbahan Pelepah Pisang dengan Metode Desain Faktorial 2³*, Dosen Pembimbing: Debrina Puspita Andriani, ST., M.Eng.

Indonesia merupakan negara penghasil pisang yang cukup tinggi. Produksi pisang di Indonesia mencapai jutaan ton setiap tahunnya. Namun dibalik hal tersebut juga terdapat kendala yang cukup serius. Jumlah limbah pelepah pisang yang dihasilkan pun cukup tinggi. Pemanfaatan pelepah pisang sebagai bahan dasar pembuatan material komposit merupakan solusi yang cukup baik untuk menjawab masalah tersebut. Selain itu, serat pelepah pisang juga memiliki tingkat kekuatan tarik yang cukup baik. Oleh karena itu, pelepah pisang juga digunakan sebagai bahan dasar pembuatan tali. Untuk mendapatkan produk komposit yang baik perlu dilakukan eksperimen guna mendapatkan formulasi yang tepat untuk mendapatkan material komposit dengan kekuatan tarik yang baik. Komposit yang dihasilkan nanti diharapkan dapat digunakan untuk material partisi dan plafon sehingga dibutuhkan kekuatan tarik yang baik agar mampu menopang berat yang dibebankan pada material dengan baik.

Desain Eksperimen merupakan suatu rancangan percobaan untuk mengumpulkan informasi mengenai persoalan yang sedang diteliti. Di dalam desain eksperimen terdapat beberapa metode yang dapat digunakan salah satunya desain faktorial. Desain faktorial merupakan metode yang memiliki banyak keunggulan. Dengan menggunakan desain faktorial, data yang dihasilkan dari eksperimen sangat kompleks karena mengkombinasikan seluruh faktor yang digunakan. Dalam pembuatan material komposit pelepah pisang digunakan 3 faktor yaitu, Jenis perekat, Arah serat, dan Lama *pressing*. Masing-masing faktor memiliki 2 level. Untuk faktor jenis perekat level 1 adalah PVAc dan level 2 adalah resin *polyester*. Faktor arah serat juga memiliki 2 level yaitu sejajar dan menyilang. Dan faktor lama *pressing* terbagi menjadi level 1 yaitu selama 30 menit dan level 2 selama 1 jam. Selanjutnya dilakukan eksperimen dengan mengkombinasikan semua faktor tersebut agar didapatkan formulasi terbaik dalam pembuatan material komposit pelepah pisang untuk material pembuatan partisi dan plafon.

Hasil penelitian menunjukkan dari 3 faktor yang digunakan, faktor Arah serat adalah faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik material komposit. Dari hasil perhitungan ANOVA didapatkan persen kontribusinya sebesar 57,55 %. Selanjutnya faktor lama *pressing* sebesar 19,34 % dan jenis perekat sebesar 9,9 %. Selain perhitungan ANOVA juga dilakukan perhitungan nilai rata-rata untuk mengetahui level dari masing-masing faktor yang menghasilkan nilai kekuatan tarik terbaik. Hasil yang didapatkan yaitu pada faktor Jenis perekat digunakan level 1 yaitu perekat PVAc dengan nilai rata-rata respon sebesar 54,67 MPa. Faktor Arah serat menggunakan level faktor 1 yaitu sejajar dengan nilai rata-rata respon 57,63 MPa dan terakhir faktor lama *pressing* pada level 2 yaitu 1 jam dengan rata-rata nilai respon sebesar 55,5 MPa.

Kata Kunci: Desain eksperimen, Eksperimen faktorial, Pelepah pisang, Komposit.





Halaman ini sengaja dikosongkan

SUMMARY

Teguh Yuniarto, Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, December 2018, *Analysis of Experimental Design for Making Banana Fronds Composite Materials with Factorial Design Method 2³*, Supervisor: Debrina Puspita Andriani, ST., M.Eng.

Indonesia is a banana high-producing country. Banana production in Indonesia reaches millions of tons every year. But there are also quite serious obstacles, the amount of banana stem waste produced is quite high. Using banana fronds as an ingredient in making composite materials is a solution to answer this problem. In addition, banana midrib fiber also has a fairly good level of tensile strength. Therefore, banana fronds are also used as a base for making rope. To get a good composite product, it is necessary to do an experiment to get the right formulation to get a composite material with good tensile strength. The composite that is produced later is expected to be used for partition and ceiling materials so that good tensile strength is needed in order to be able to support the weight that is charged to the material properly.

Experimental design is an activity to gather information about the problem being studied. In the experimental design there are several methods that can be used, one of which is factorial design. Factorial design is a method that has many advantages. Using a factorial design, the data generated from the experiment is complex because it combines all the factors used. In making banana midrib composite materials, 3 factors are used, namely adhesive type, fiber direction, and pressing time. Each factor has 2 levels. For the type 1 level adhesive factor is PVAc and level 2 is polyester resin. Fiber direction factor also has 2 levels, which are parallel and crossed. And pressing old factors are divided into level 1, which is for 30 minutes and level 2 for 1 hour. Then an experiment was conducted by combining all of these factors to obtain the best formulation in the manufacture of banana midrib composite materials for partition and ceiling making materials.

The results showed that of the 3 factors used, the fiber direction factor was the most influential factor in the composite tensile strength. From the ANOVA calculation results, the percent contribution is 57.55%. Furthermore pressing length factor is 19.34% and adhesive type is 9.9%. In addition to the ANOVA calculation the calculation of the average value is also done to determine the level of each factor that produces the best tensile strength value. The results obtained are in the type 1 adhesive factor used in level 1, PVAc adhesive with an average response value of 54.67 MPa. The fiber direction factor uses a level factor 1, which is parallel to the average response value of 57.63 MPa and the last pressing time factor at level 2 is 1 hour with an average response value of 55.5 MPa.

Keywords: Banana midrib, Composite, Experimental design, factorial experiment





Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 27 Desember 2018

Mahasiswa



Teguh Yuniarto

NIM. 115060700111077

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS DESAIN EKSPERIMEN PEMBUATAN MATERIAL
KOMPOSIT BERBAHAN PELEPAH PISANG DENGAN METODE
DESAIN FAKTORIAL 2³**

SKRIPSI

TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



TEGUH YUNIARTO

NIM. 115060700111077

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada
Tanggal 28 Desember 2018

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Debrina', is written over the 'Dosen Pembimbing' text.

Debrina Puspita Andriani, ST., M.Eng.
NIK. 2013118912112001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri**



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Gyong Novareza', is written over the 'Mengetahui' text.
Gyong Novareza, ST., MT., Ph.D.
NIK. 19741115 200604 1 002

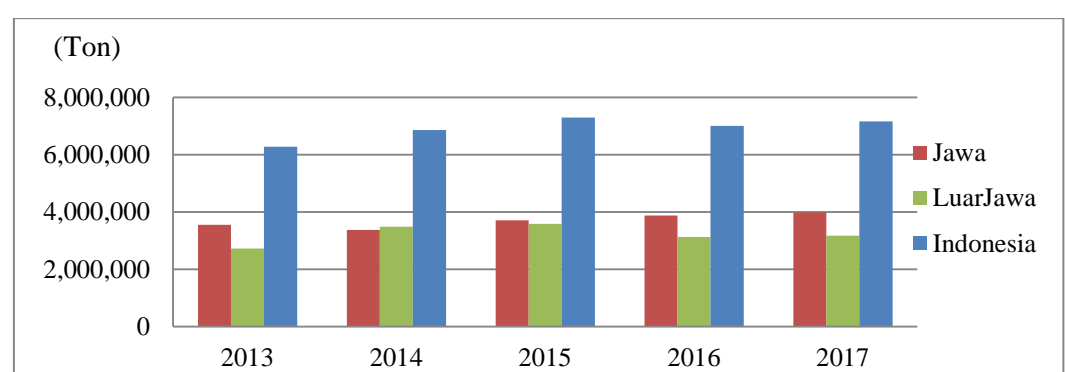


BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang latar belakang dari penelitian yang dilakukan, identifikasi masalah dari penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian yang dilakukan, pembatasan masalah dari penelitian lebih fokus dan asumsi yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian.

1.1 Latar Belakang

Di era modern ini, perkembangan dunia industri terus mengalami perkembangan yang cukup pesat. Baik industri yang bersifat besar maupun industri-industri kecil rumahan. Perkembangan teknologi juga turut berpengaruh dalam menunjang munculnya industri yang bersifat baru dan unik. Masyarakat Indonesia sendiri sudah mulai terbuka dengan perkembangan teknologi sehingga memunculkan keinginan untuk membuka peluang usaha secara mandiri. Usaha untuk mencapai tingkat kualitas hidup manusia yang semakin berkembang telah melahirkan pemakaian mesin dan peralatan baru dalam bidang industri serta pemanfaatan teknologi untuk mendapatkan produk yang berkualitas tinggi, dengan tujuan pencapaian sasaran kualitas hidup manusia yang lebih baik. Akibatnya berkembanglah industri-industri barang dan jasa (Siska. 2012: 173). Tentunya dibutuhkan lebih dari sekedar ide baru untuk membuka suatu usaha. Terdapat banyak hal yang harus dipertimbangkan untuk menunjang keberlangsungan perusahaan tersebut. Salah satunya adalah dari segi kualitas produk yang dihasilkan. Kualitas dari suatu produk dapat dikendalikan bergantung bagaimana proses produksi dilakukan.



Gambar 1.1 Perkembangan Produksi Pisang di Indonesia Tahun 2013 - 2017
 Sumber : Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura (2018)

Dari segi pertanian dan perkebunan, Indonesia juga mengalami banyak kemajuan. Contohnya kemampuan produksi pisang di seluruh Indonesia. Data produksi pisang menurut Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura dari tahun 2013-2017 dapat dilihat pada Gambar 1.1. Dengan jumlah produksi pisang seperti yang ditunjukkan diatas dapat dibayangkan seberapa banyak pula jumlah limbah pohon pisang yang dihasilkan. Pemanfaatan limbah pohon pisang khususnya pelepah pisang untuk saat ini juga masih terbatas. Diantaranya dapat digunakan sebagai tali seperti pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Tali dari pelepah pisang
Sumber: Wuriyudani (2017)

Selain itu pelepah pisang memiliki berbagai macam keunggulan. Diantaranya selain merupakan bahan yang mudah didapat dan diperbarui, dalam beberapa penelitian juga ditemukan bahwa serat pelepah pisang memiliki kekuatan tarik yang sangat baik (Nugroho, 2013: 99). Dengan mempertimbangkan beberapa hal di atas, peneliti ingin memanfaatkan pelepah pisang sebagai objek penelitian untuk digunakan sebagai bahan dasar pembuatan material komposit.

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda dimana satu material sebagai pengisi (Matrik) dan lainnya sebagai fasa penguat (*Reinforcement*). Komposit biasanya terdiri dari dua bahan dasar yaitu serat dan matrik. Serat biasanya bersifat elastis, mempunyai kekuatan tarik yang baik, namun tidak dapat digunakan pada temperatur yang tinggi sedangkan matrik biasanya bersifat ulet, lunak dan bersifat mengikat jika sudah mencapai titik bekunya. Dengan menggabungkan pelepah pisang sebagai material pengisi (matriks) yang di kombinasikan dengan material penguat tertentu diharapkan tercipta produk komposit yang baik. Komposit pelepah pisang yang dihasilkan nantinya dapat

dimanfaatkan dalam industri rumah tangga seperti untuk material partisi maupun material plafon. Namun untuk digunakan sebagai material partisi, komposit harus memiliki nilai kekuatan tarik yang baik agar dapat menahan beban yang akan di topangnya, sehingga dipilih nilai kekuatan tarik sebagai karakteristik kualitas. Pada penelitian lain pernah dilakukan eksperimen yang serupa. Namun pada penelitian tersebut digunakan kombinasi resin yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan pelepah pisang yaitu 97 : 3 (Rahbini, 2017: 20). Hal ini menyebabkan komposit yang dihasilkan cenderung memiliki sifat yang mudah patah. Selain itu dari segi biaya yang dikeluarkan akan lebih besar karena biaya untuk pembelian resin yang lebih besar. Dengan alasan tersebut, eksperimen ini sangat dianjurkan untuk dilakukan.

Sebelum dilakukan eksperimen diperlukan tahap desain eksperimen. Pada tahap ini akan ditentukan metode yang sesuai dengan eksperimen yang akan dilakukan. Dalam desain eksperimen terdapat berbagai macam metode yang dapat digunakan diantaranya yaitu, desain bujur sangkar, desain blok lengkap acak data hilang, desain blok lengkap acak, desain acak sempurna, taguchi dan desain faktorial. Akan tetapi metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain faktorial 2^3 . Desain faktorial 2^3 merupakan suatu metode eksperimen yang hampir semua taraf sebuah faktor tertentu dikombinasikan atau disilangkan dengan hampir semua taraf tiap faktor lainnya yang ada dalam eksperimen itu. Bertujuan untuk menganalisa alternatif baik dari segi proses produksinya maupun dari segi bahan baku, sehingga diharapkan ditemukan alternatif formula yang paling tepat tetapi tetap memenuhi standar kualitas.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, permasalahan yang akan diteliti adalah sebagai berikut.

1. Belum optimalnya pemanfaatan pelepah pisang di Indonesia sehingga hanya menjadi limbah bagi petani pisang dan masyarakat.
2. Belum adanya perusahaan besar yang memanfaatkan pelepah pisang untuk dijadikan alternatif bahan pembuatan material komposit.
3. Belum optimalnya cara dan formulasi pembuatan material komposit dari pelepah pisang.

1.3 Rumusan Masalah

Setelah teridentifikasi, maka rumusan masalah menjadi fokus dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara menemukan komposisi yang tepat untuk membuat lembaran material dari serat pelepah pisang?
2. Faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi kekuatan lembaran material yang terbuat dari laminasi pelepah pisang?
3. Bagaimanakah formulasi terbaik untuk mendapatkan lembaran material laminasi dari pelepah pisang yang kuat?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui komposisi dan cara terbaik untuk membuat material laminasi dari pelepah pisang dengan daya tahan yang kuat.
2. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan dari hasil percobaan nanti.
3. Untuk mendapatkan formulasi terbaik dalam membuat material lembaran laminasi dari pelepah pisang yang kuat.

1.5 Asumsi

Asumsi dari penelitian ini adalah cuaca tidak mempengaruhi hasil dari eksperimen.

1.6 Batasan Penelitian

Batasan dari penelitian ini adalah:

1. Pelepah pisang yang digunakan adalah pelepah pohon pisang kepok.
2. Penelitian ini hanya sebatas eksperimen dan tidak menganalisa biaya.
3. Pengujian yang dilakukan hanya sebatas uji tarik karena keterbatasan biaya dan waktu.

1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Ditemukan solusi baru pengurangan limbah pelepah pisang.
2. Produk baru dari hasil pemanfaatan limbah pelepah pisang.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pelepah pisang adalah lapisan yang terdapat pada batang pohon pisang. Pelepah pohon pisang sering digunakan untuk bahan dasar pembuatan kerajinan tangan. Selain bahannya mudah didapatkan, pelepah pisang juga memiliki tekstur yang tipis dan lentur, tetapi memiliki serat yang kuat.

Dalam hal ini, peneliti ingin menggunakan pelepah pohon pisang ini untuk dijadikan material komposit. Dengan mempertimbangkan kekuatan serat pelepah pisang ini, diharapkan dapat dibuat material dengan kekuatan yang baik pula.

2.1 Pelepah Pisang

Pohon pisang merupakan pohon yang telah sering kita jumpai. Selain buah pisangnya yang dapat dikonsumsi, pohon pisang juga memiliki banyak kegunaan lain. Daunnya dapat digunakan sebagai bungkus makanan. Sementara jantung pisang atau yang sering disebut juga ontong, dapat diolah menjadi makanan yang sering kita konsumsi. Sementara batang pisangnya itu sendiri jika sejak dahulu juga sering digunakan di Indonesia ini. Yaitu sebagai media untuk menancapkan wayang dalam pagelaran seni.

Pelepah pisang merupakan bagian dari batang pisang. Karena batang pisang tersusun dari lembaran-lembaran. Lembaran inilah yang sering disebut dengan pelepah pisang. Pelepah pisang juga memiliki manfaat tersendiri. Pelepah pisang sering digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kerajinan tangan. Serat pelepah pisang memiliki tekstur yang kuat, oleh karena itu serat dari batang pisang ini juga dapat diolah menjadi tali tampar. Serat pelepah pisang diperoleh dari pohon pisang kepok (*Musa paradisiaca*) merupakan serat yang mempunyai sifat mekanik yang baik.

Dalam penelitian lain, serat pelepah pisang digunakan sebagai bahan alternative dalam pembuatan tali. Tali serat pelepah pisang dengan diameter 10 mm dan dalam kondisi kering dapat mencapai tegangan 16 MPa dan dalam kondisi basah 14 MPa (Wuriyudani, 2017: 94). Dengan memanfaatkan keunggulan tersebut, kemudian dilakukan penelitian pembuatan material komposit dengan memanfaatkan serat pelepah pisang sebagai salah satu bahan dasarnya. Material komposit yang dihasilkan dapat digunakan sebagai material alternatif untuk pembuatan alat-alat rumah tangga. Sehingga material komposit yang

digunakan harus memiliki sifat mekanik yang baik, dan diharapkan dengan digunakannya serat pelepah pisang akan didapatkan material komposit dengan keunggulan sifat mekanik yang baik.

2.2 Perekat

Terdapat berbagai jenis perekat kayu yang dapat digunakan dalam proses pengeleman kayu. Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) dan bahan pengikat serat tersebut yang disebut *matriks* (Nurdiana, 2013:54). Menurut Nugroho (2016:101), perekat dalam pembuatan papan partikel memiliki fungsi sebagai berikut.

1. Mentransfer tegangan ke serat secara merata.
2. Melindungi serat dari gesekan mekanik.
3. Memegang dan mempertahankan serat pada posisinya.
4. Melindungi dari lingkungan yang merugikan.

Dalam proses pembuatan material komposit pelepah pisang juga akan menggunakan perekat. Sifat kaku sangat diperlukan untuk menahan segala beban yang bekerja, sedangkan komposit yang pada umumnya tipis, sehingga memerlukan pengaku (Hardoyo, 2008:2).

2.3 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah penelitian terdahulu yang menjadi referensi peneliti dalam melakukan penelitian ini.

1. Muharom (2015) meneliti tentang peningkatan kualitas batu bata yang berbahan dasar tanah liat dengan menggunakan metode desain eksperimen taguchi. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa terdapat beberapa faktor yang perlu diperbaiki atau dirubah agar mendapatkan hasil batu bata dengan tingkat kekerasan yang lebih baik. Faktor – faktor yang perlu dirubah adalah komposisi jumlah pasir halus dan kadar air yang keduanya perlu ditambahkan.
2. Muhdi (2013) melakukan studi eksperimen tentang pembuatan papan partikel dari limbah pemanenan kayu akasia menggunakan metode desain faktorial 2^2 . Dari hasil eksperimennya didapatkan kombinasi perlakuan yang paling optimal adalah yaitu dari segi bahan baku dengan menggunakan kayu bagian teras dan menggunakan perekat dengan jenis PF (*Phenol formaldehyde*) namun hasilnya masih berada dibawah standar JIS A 5908-2003 sehingga penggunaan yang sesuai adalah untuk papan nonstruktrual seperti mebel (*furniture*).

3. Iskandar (2015) melakukan penelitian tentang karakteristik papan partikel yang terbuat dari bulu domba, serbuk gergaji, dan serutan kayu dengan menggunakan campuran perekat yaitu urea formaldehida. Dalam penelitiannya digunakan metode rancangan lengkap acak (RAL) pola factorial dengan dua faktor. Dari hasil eksperimennya disimpulkan bahwa semakin besar penggunaan serbuk bulu domba dapat mengurangi sifat fisis dan mekanis papan partikel, sebaliknya penggunaan perekat yang semakin besar dapat memperbaiki sifat fisis mekanis papan partikel. Pembuatan papan partikel dari campuran serbuk bulu domba, serbuk gergaji dan serutan kayu sengon masih di bawah standar SNI 03-2105 (1996), kecuali untuk kadar air dan kerapatan, untuk kuat lentur hanya sebagian yang masuk standar.

Penelitian terdahulu yang telah dijelaskan diatas dirangkum dalam sebuah tabel. Pada Tabel 2.1 ditunjukkan mengenai perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan pada saat ini.

Tabel 2.1
Penelitian Terdahulu

| Peneliti | Obyek | Metode | Hasil |
|-----------------------|---|------------------|---|
| Muharom (2015) | Batu bata | Taguchi | Pengubahan faktor agar didapatkan tingkat kekerasan yang lebih optimal |
| Muhdi (2013) | Papan partikel dari limbah kayu akasia | Desain faktorial | Didapatkan kombinasi faktor yang optimal namun masih berada di bawah standar yang digunakan |
| Iskandar (2015) | Papan partikel dengan campuran bulu domba | Desain faktorial | Pengaruh komposisi campuran serbuk bulu domba dan penggunaan perekat terhadap sifat fisis material. |
| Penelitian ini (2018) | Material komposit dari pelepah pisang | Desain faktorial | Diharapkan didapatkan formulasi pembuatan komposit pelepah pisang yang optimal |

2.4 Desain Eksperimen

Salah satu cara perbaikan kualitas adalah dengan rekayasa kualitas off-line menggunakan desain eksperimen. Sering terjadi bahwa data yang dikumpulkan ternyata tidak atau kurang berfaedah untuk analisis persoalan yang dihadapi. Untuk mengatasi hal ini maka, dapat digunakan metode desain eksperimen, yaitu suatu rancangan percobaan (dengan tiap langkah tindakan yang betul-betul terdefiniskan) sedemikian sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang sedang diteliti dapat di kumpulkan (Sudjana, 1995: 1). Dengan kata lain, desain eksperimen merupakan langkah-langkah lengkap yang perlu di ambil sebelum eksperimen dilakukan agar data yang diperoleh dapat menghasilkan analisis dan kesimpulan yang bersifat obyektif.

2.4.1 Tujuan Desain Eksperimen

Tujuan desain eksperimen adalah untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang diperlukan dan berguna dalam melakukan penelitian terhadap persoalan yang akan dibahas (Sudjana, 1995: 2). Penelitian yang akan dilakukan hendaknya bersifat seefisien mungkin mengingat waktu, biaya, tenaga, dan bahan yang harus digunakan. Penelitian yang lebih sederhana akan mudah dilaksanakan dan data yang diperoleh akan dapat dengan cepat dianalisis sekaligus bersifat ekonomis. Desain enkspemen berusaha untuk mendapatkan informasi secara maksimum dengan menggunakan biaya yang minimum.

2.4.2 Prinsip Dasar Desain Eksperimen

Menurut Sudjana (1995:4), prinsip dasar yang lazim digunakan dalam desain eksperimen adalah replikasi, pengacakan, dan kontrol lokal. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing.

1. Replikasi

Dapat diartikan pengulangan eksperimen dasar. Hal ini perlu dilakukan agar data yang diperoleh dari hasil penelitian dapat menjadi lebih akurat dan dapat memungkinkan untuk diperoleh taksiran yang lebih baik mengenai efek rata-rata suatu faktor.

2. Pengacakan

Berpedoman pada prinsip sampel acak yang diambil dari sebuah populasi atau berpedoman pada perlakuan acak terhadap unit eksperimen. Pengacakan dilakukan untuk mengurangi bias.

3. Kontrol lokal

Merupakan langkah-langkah atau usaha-usaha yang berbentuk penyeimbangan, pemblokkan, dan pengelompokan unit-unit eksperimen yang digunakan dalam desain. Kontrol lokal menyebabkan desain lebih efisien, yaitu menghasilkan prosedur pengujian dengan kualitas yang lebih baik.

2.5 Eksperimen Faktorial

Banyak eksperimen yang dilakukan dengan melibatkan dua atau lebih faktor. Dengan eksperimen faktorial, maka setiap kemungkinan level kombinasi dari semua faktor akan diselidiki. Sebagai contoh, apabila terdapat a level dari faktor A dan b level dari faktor B, maka replikasi percobaan akan dilakukan untuk setiap kombinasi ab. Faktor yang dikombinasikan pada desain faktorial ini seringkali disebut crossed. Efek dari suatu faktor

didefinisikan sebagai respons yang dihasilkan dari perubahan level faktor tersebut. Hal ini seringkali disebut sebagai efek utama karena mengacu pada faktor primer dari percobaan. Selain efek utama, terdapat pula efek interaksi yaitu perbedaan antara efek satu faktor pada level yang berbeda dari faktor lain. Menurut Salomon (2015:21) Penggunaan desain faktorial dalam perancangan suatu eksperimen tentunya memiliki beberapa kelebihan maupun kekurangan. Berikut ini adalah beberapa hal yang menjadi dasar pertimbangan:

1. Kelebihan
 - a. Lebih efisien dalam menggunakan sumber-sumber yang ada.
 - b. Informasi yang diperoleh lebih komprehensif karena kita bisa mempelajari pengaruh utama dari interaksi.
 - c. Hasil percobaan dapat dalam suatu kondisi yang lebih luas karena kita mempelajari kombinasi dari berbagai faktor.
2. Kekurangan
 - a. Analisis statistika menjadi lebih kompleks.
 - b. Terdapat kesulitan dalam menyediakan satuan percobaan yang relatif homogen.
 - c. Pengaruh dari kombinasi perlakuan tertentu mungkin tidak berarti apa-apa sehingga terjadi pemborosan sumber daya yang ada.

Rancangan percobaan dengan desain faktorial ini pada umumnya mempunyai tiga tujuan utama, yaitu:

1. Mengukur pengaruh variable terhadap hasil.
2. Menentukan variable yang paling berpengaruh terhadap hasil.
3. Mengukur interaksi antar-variabel terhadap hasil.

Selain pengaruh faktor utama, pengaruh interaksi antar faktor terhadap hasil percobaan, merupakan suatu hal yang penting untuk ditinjau. Hal ini disebabkan oleh pengaruh suatu faktor terhadap hasil terkadang juga sangat dipengaruhi oleh jumlah atau ada tidaknya faktor lain.

2.5.1 Desain Faktorial 2^3

Eksperimen ini menyangkut 3 faktor dan masing-masing memiliki dua *level* atau taraf. Ketika eksperimen yang dilakukan dilakukan secara acak sempurna, maka desainnya merupakan desain eksperimen faktorial 2^3 acak sempurna. Menurut Sudjana (1995: 148), rancangan faktorial 2^k adalah rancangan percobaan faktorial yang menyangkut k faktor dengan tiap faktor hanya terdiri atas dua buah taraf. Banyak taraf, yaitu 2, ditulis sebagai bilangan pokok, sedangkan banyak faktor, yaitu k , ditulis sebagai pangkat. Jika untuk $k = 3$

maka akan mendapatkan 8 kombinasi perlakuan. Jika 3 faktor tersebut adalah faktor A, faktor B, dan faktor C dimana ktiganya memiliki taraf sebanyak masing – masing 2 , maka kombinasi perlakuan yang terjadi adalah seperti pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2
Tabel Permisalan Nilai Respon

| | Faktor B (level 1) | | Faktor B (level 2) | |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Faktor C (level 1) | Faktor C (level 2) | Faktor C (level 1) | Faktor C (level 2) |
| Faktor A (level 1) | Replikasi 1 | Replikasi 1 | Replikasi 1 | Replikasi 1 |
| | Replikasi 2 | Replikasi 2 | Replikasi 2 | Replikasi 2 |
| | . | . | . | . |
| | Replikasi 10 | Replikasi 10 | Replikasi 10 | Replikasi 10 |
| Faktor A (level 2) | Replikasi 1 | Replikasi 1 | Replikasi 1 | Replikasi 1 |
| | Replikasi 2 | Replikasi 2 | Replikasi 2 | Replikasi 2 |
| | . | . | . | . |
| | Replikasi 10 | Replikasi 10 | Replikasi 10 | Replikasi 10 |

Sumber: Sudjana (1995)

Setelah data dikumpulkan selanjutnya dilakukan perhitungan ANOVA untuk mengetahui faktor–faktor yang mempengaruhi nilai respon. Selain itu perhitungan ANOVA juga dapat digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya interaksi antar faktor terhadap nilai respon. Berikut adalah tabel skema data sampel untuk desain faktorial 2³. Pada Tabel 2.3 dilakukan perhitungan nilai rata-rata untuk mempermudah perhitungan ANOVA.

Tabel 2.3
Tabel Skema Data Sampel Eksperimen Desain Faktorial 2³

| | Faktor B (level 1) | | Faktor B (level 2) | | Jumlah |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| | Faktor C (level 1) | Faktor C (level 2) | Faktor C (level 1) | Faktor C (level 2) | |
| Faktor A (level 1) | Replikasi 1 | Replikasi 1 | Replikasi 1 | Replikasi 1 | |
| | Replikasi 2 | Replikasi 2 | Replikasi 2 | Replikasi 2 | |
| | .. | .. | . | . | |
| | Replikasi 10 | Replikasi 10 | Replikasi 10 | Replikasi 10 | |
| Faktor A (level 2) | Replikasi 1 | Replikasi 1 | Replikasi 1 | Replikasi 1 | |
| | Replikasi 2 | Replikasi 2 | Replikasi 2 | Replikasi 2 | |
| | . | . | . | . | |
| | Replikasi 10 | Replikasi 10 | Replikasi 10 | Replikasi 10 | |
| Jumlah | Y ₂₁₁ | Y ₂₁₂ | Y ₂₂₁ | Y ₂₂₂ | Y _{2BC} |

| | Faktor B (level 1) | | Faktor B (level 2) | | Jumlah |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| | Faktor C (level 1) | Faktor C (level 2) | Faktor C (level 1) | Faktor C (level 2) | |
| | Y _{A1C} | | Y _{A2C} | | |
| Jumlah total | | | | | Y _{total} |

Sumber: Sudjana (1995)

1. Menghitung nilai faktor koreksi (FK)

$$\text{Faktor koreksi} = \frac{(Y_{\text{total}})^2}{\text{Jumlah seluruh sample}}$$

2. Menghitung jumlah kuadrat total (JKT)

$$\text{Jumlah kuadrat total} = \Sigma(\text{nilai respon})^2 - \text{FK}$$

3. Menghitung nilai Jumlah kuadrat perlakuan (JKP)

- a. Jumlah kuadrat perlakuan Faktor A (JKP A)

$$\text{JKP A} = \frac{(Y_{1BC})^2 + (Y_{2BC})^2}{\text{jumlah sampel dalam satu level faktor A}} - \text{FK}$$

- b. Jumlah kuadrat perlakuan Faktor B (JKP B)

$$\text{JKP B} = \frac{(YA_{1C})^2 + (YA_{2C})^2}{\text{jumlah sampel dalam satu level faktor B}} - \text{FK}$$

- c. Jumlah kuadrat perlakuan Faktor C (JKP C)

$$\text{JKP C} = \frac{(Y_{111} + Y_{121} + Y_{211} + Y_{221})^2 + (Y_{112} + Y_{122} + Y_{212} + Y_{222})^2}{\text{jumlah sampel dalam satu level faktor C}} - \text{FK}$$

- d. Jumlah kuadrat interaksi faktor AB

$$\text{JKP AB} = \frac{(Y_{111} + Y_{112})^2 + (Y_{121} + Y_{122})^2 + (Y_{211} + Y_{212})^2 + (Y_{221} + Y_{222})^2}{\text{jumlah sampel dalam kombinasi satu level faktor A dan B}} - \text{FK} - \text{JK A} - \text{JK B}$$

- e. Jumlah kuadrat interaksi faktor AC

$$\text{JKP AC} = \frac{(Y_{111} + Y_{121})^2 + (Y_{112} + Y_{122})^2 + (Y_{211} + Y_{221})^2 + (Y_{212} + Y_{222})^2}{\text{jumlah sampel dalam kombinasi satu level faktor A dan C}} - \text{FK} - \text{JK A} - \text{JK C}$$

- f. Jumlah kuadrat interaksi faktor BC

$$\text{JKP BC} = \frac{(Y_{111} + Y_{211})^2 + (Y_{112} + Y_{212})^2 + (Y_{121} + Y_{221})^2 + (Y_{122} + Y_{222})^2}{\text{jumlah sampel dalam kombinasi satu level faktor B dan C}} - \text{FK} - \text{JK B} - \text{JK C}$$

g. Jumlah kuarat interaksi faktor ABC

$$JKP\ ABC = \frac{(Y_{111})^2 + (Y_{112})^2 + (Y_{121})^2 + (Y_{122})^2 + (Y_{211})^2 + (Y_{212})^2 + (Y_{221})^2 + (Y_{222})^2}{\text{jumlah replikasi}} - JK -$$

$$JK\ A - JK\ B - JK\ C - JK\ AB - JK\ AC - JK\ BC$$

h. Jumlah kuadrat eror (JK eror)

$$JK\ \text{error} = JKT - JK\ A - JK\ B - JK\ C - JK\ AB - JK\ AC - JK\ BC - JK\ ABC$$

Setelah didapatkan nilai jumlah kuadrat dari setiap faktor dan interaksi antar faktor, kemudian dilanjutkan perhitungan lainnya untuk mendapatkan nilai F hitung. Hasil rumus diatas akan menghasilkan daftar ANOVA seperti pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4

Tabel ANOVA Desain Eksperimen Fatorial Acak Sempurna

| Sumber variasi | Dk | JK | KT | F Hitung |
|----------------|-----------------------|---------|----------------|---------------|
| Perlakuan A | a - 1 | JK(A) | JK(A)/dk A | KT(A)/KT(e) |
| Perlakuan B | b - 1 | JK(B) | JK(B)/dk B | KT(B)/KT(e) |
| Perlakuan C | c - 1 | JK(C) | JK(C)/dk C | KT(C)/KT(e) |
| Perlakuan AB | (a - 1)(b - 1) | JK(AB) | JK(AB)/dk AB | KT(AB)/KT(e) |
| Perlakuan AC | (a - 1)(c - 1) | JK(AC) | JK(AC)/dk AC | KT(AC)/KT(e) |
| Perlakuan BC | (b - 1)(c - 1) | JK(BC) | JK(BC)/dk BC | KT(BC)/KT(e) |
| Perlakuan ABC | (a - 1)(b - 1)(c - 1) | JK(ABC) | JK(ABC)/dk ABC | KT(ABC)/KT(e) |
| Kekeliruan (e) | abc(n - 1) | JKe | JKe/dk e | - |
| Jumlah | Abcn-1 | JKT | - | - |

Sumber: Sudjana (1995)

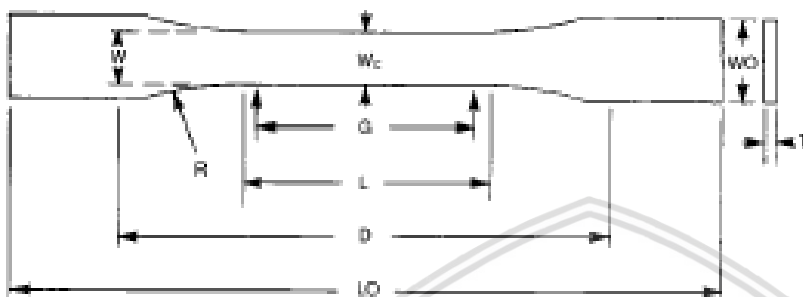
Setelah nilai F hitung diketahui, selanjutnya membandingkan nilai F hitung dengan nilai F tabel. Ketika nilai F hitung > F tabel, maka H_0 ditolak. Sementara ketika terjadi sebaliknya maka H_0 diterima. Untuk mendapatkan nilai F tabel yang perlu diperhatikan adalah besar nilai derajat kebebasan dari faktor tersebut sebagai v_1 dan nilai derajat kebebasan kekeliruan sebagai v_2 .

2.6 Parameter Pengujian

Dalam penelitian eksperimen, diperlukan adanya parameter pengukuran yang bertujuan untuk menggambarkan nilai respon. Parameter ini yang nantinya akan menunjukkan perbedaan respon dari setiap kombinasi faktor yang digunakan dalam penelitian ini. Parameter yang digunakan adalah kekuatan tarik material. Untuk mendapatkan nilai parameter ini perlu dilakukan pengujian. Setelah pengujian dilakukan, maka akan dilakukan analisis untuk mengetahui faktor manakah yang mempengaruhi kedua nilai respon tersebut sehingga akan didapatkan kombinasi faktor yang paling baik.

2.7.1 Uji Kuat Tarik

Uji kuat tarik bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kekuatan material terhadap beban gaya tarik yang diterapkan pada material tersebut. Sebelum dilakukan pengujian, spesimen akan dibuat sesuai dengan standar pengujian material komposit ASTM D 638M - 84 M-1 *Test Method For Tensile Properties of Plastics*. Ukuran dan desain specimen akan ditunjukkan pada Tabel 2.5 dan Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Desain spesimen

Sumber: ASTM D 638

Tabel 2.5

Tabel Ukuran Spesimen Sesuai ASTM D 638M - 84 M-1 dengan Ketebalan = 5 mm

| Dimensi | Panjang (mm) | Toleransi (mm) |
|-----------------------------------|--------------|----------------|
| W: <i>Width of narrow section</i> | 13 | $\pm 0,5$ |
| Wo: <i>width of overall</i> | 19 | $\pm 0,5$ |
| Lo: <i>length of overall</i> | 165 | No max |
| G: <i>gage length</i> | 50 | $\pm 0,25$ |
| D: <i>distance between grips</i> | 115 | $\pm 0,5$ |
| R: <i>radius of fillet</i> | 76 | ± 1 |

Sumber: ASTM D 638

Selanjutnya adalah langkah – langkah dalam melakukan pengujian kuat tarik material, yaitu:

1. Mengukur panjang, lebar, dan ketebalan material.
2. Meletakkan material pada mesin uji tarik.
3. Kemudian material dijepit seperti pada gambar.
4. Material ditarik dengan kecepatan pembebanan sebesar 2 Mpa.

Pengujian dilakukan pada material sampai material terputus, sehingga didapatkan nilai dari hasil uji tarik. Hasil uji tarik akan dibandingkan dengan SNI 03-2105-1996 mengenai mutu papan partikel yaitu sebesar $1,5 \text{ kg/cm}^2$ atau sama dengan 0,1471 MPa.



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian dapat diartikan dengan cara dan tahapan penelitian yang akan dilakukan untuk meneliti suatu topik permasalahan, yang dapat memberikan gambaran mengenai tahap-tahap yang akan dilakukan selama penelitian berlangsung.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel lain dengan kontrol yang ketat. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang sistematis, logis, dan teliti di dalam melakukan kontrol terhadap kondisi (Zuriah, 2006: 57). Selain itu Sugiyono menambahkan penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono 2011: 72). Sehingga dapat disimpulkan penelitian eksperimental adalah jenis penelitian dengan melakukan suatu percobaan untuk memperoleh data yang dibutuhkan dan setelah data diperoleh, maka data akan di analisis untuk mendapatkan suatu kesimpulan dari hasil percobaan tersebut.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai dengan bulan Desember tahun 2018. Bertempat di Universitas Brawijaya Kota Malang.

3.3 Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer adalah data yang secara langsung didapat dari objek yang akan diteliti yang biasanya didapat dengan metode eksperimen dan wawancara.

3.4 Langkah Penelitian

Langkah - langkah penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Studi Lapangan

Teknik pengamatan ini didasarkan atas pengalaman secara langsung. Salah satu metode yang pengumpulan data dalam penelitian kualitatif yang memerlukan kombinasi literatur yang digunakan dan kemampuan tertentu dari pihak peneliti. Beberapa cara untuk mengumpulkan data tersebut dengan cara sebagai berikut.

- a. Observasi, teknik pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung objek yang akan di teliti.
- b. Eksperimen, teknik pengambilan data dengan cara melakukan eksperimen secara langsung pada pembuatan papan komposit dari pelepah pisang.

2. Studi Pustaka

Studi kepustakaan adalah teknik pengumpulan data dengan mengadakan studi terhadap buku-buku, literatur-literatur, jurnal, skripsi dan laporan-laporan yang ada hubungannya dengan penelitian ini, seperti desain eksperimen faktorial 2^k , panduan SNI dan ASTM mengenai papan partikel dan standar uji tarik material. Landasan teori ini dibutuhkan untuk tercapainya penelitian ini dengan optimal.

3. Identifikasi dan Rumusan Masalah

Tahap ini dilakukan identifikasi masalah berdasarkan pengamatan yang dilakukan dan didasarkan pada landasan teori yang berkaitan dengan pengamatan yang dilakukan. Masalah yang timbul adalah kurangnya pemanfaatan limbah pelepah pisang, selama ini hanya digunakan sebagai bahan dasar kerajinan tangan. Setelah identifikasi masalah telah diperoleh, selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam menentukan rumusan masalah yang menjadi fokus dalam penelitian ini.

4. Penetapan Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian didapatkan dari hasil perumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, sehingga menjadi acuan dalam menentukan tingkat keberhasilan dalam suatu penelitian. Tujuan dari penelitian ini dapat menentukan formulasi yang paling optimal dari faktor eksperimen yang digunakan dengan memanfaatkan pelepah pisang sebagai bahan dasar pembuatan papan komposit. Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah menemukan formulasi optimal dalam pembuatan papan komposit, mengetahui faktor yang berpengaruh dalam kuat lentur sehingga didapatkan papan komposit yang baik dan memberikan nilai tambah ekonomis pada pemanfaatan pelepah pisang.

5. Desain Penelitian

Pada desain penelitian dibagi menjadi beberapa bagian seperti identifikasi faktor-faktor yang akan digunakan dalam eksperimen, perhitungan derajat kebebasan,

pemilihan metode desain eksperimen yaitu desain faktorial 2^3 . Berikut merupakan penjelasan dari desain penelitian.

a. Perumusan hipotesis

Perumusan hipotesis untuk tiap faktor akan dirumuskan sebagai berikut.

H_{0A} Jenis perekat = Faktor perekat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap ketangguhan material.

H_{0B} Arah serat = Faktor arah serat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap ketangguhan material.

H_{0C} Lama pengepresan = Faktor lama pengepresan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap ketangguhan material.

H_{0AxB} Interaksi = Interaksi faktor jenis perekat dan arah serat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap ketangguhan material.

H_{0AxC} Interaksi = Interaksi faktor jenis perekat dan lama pengepresan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap ketangguhan material.

H_{0BxC} Interaksi = Interaksi faktor arah serat dan lama pengepresan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap ketangguhan material.

H_{0AxBxC} Interaksi = interaksi faktor jenis perekat, faktor arah serat, dan lama pengepresan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap ketangguhan material.

b. Identifikasi dan penentuan jumlah faktor dan level

Eksperimen dilakukan dengan membuat sampel uji sebanyak 10 buah dengan berbagai kombinasi level faktor yang digunakan. faktor pertama yang digunakan adalah jenis perekat, yaitu dengan menggunakan lem *Polyvinyl Acetat* (PVAc) sebagai level 1 dan menggunakan *resin polyester* sebagai level 2. Kedua bahan ini dipilih karena masing-masing memiliki keunggulan tersendiri. Perekat PVAc merupakan perekat yang umum digunakan dalam proses pengeleman kayu, salah satunya dalam proses pembuatan kayu partikel. Selain harganya yang murah, proses pengeringan perekat PVAc relatif cepat sehingga sangat baik digunakan untuk proses produksi dalam skala yang besar. Sedangkan untuk perekat *resin polyester* memiliki kemampuan mengikat serat yang kuat. Bahan ini mudah didapatkan di toko kimia. Selain itu penggunaan *resin polyester* dengan kadar yang tepat juga dapat meningkatkan nilai kuat tekan pada material. Faktor kedua adalah teknik pengeleman pelepah pisang yaitu penataan arah serat secara searah sebagai level 1 dan penataan serat pelepah secara menyilang sebagai level 2. Pelepah pisang yang berupa lembaran, akan di satukan dengan bantuan perekat.

Untuk level 1 ,penataan serat secara searah yaitu dengan cara menyamakan arah serat pelepah lembaran pertama dengan lembaran yang selanjutnya, kemudian direkatkan. Sedangkan untuk level 2 yaitu penataan serat secara menyilang adalah dengan cara membedakan arah serat lembaran pertama dengan lembaran selanjutnya dan kemudian di rekatkan. Faktor ketiga adalah lama waktu pengepresan untuk level 1 adalah selama 30 menit dan level 2 selama 60 menit.

c. Perhitungan jumlah replikasi

Perhitungan replikasi dilakukan untuk menghitung jumlah minimum eksperimen yang akan dilakukan dengan tujuan agar data yang diperoleh lebih akurat.

d. Pemilihan metode desain eksperimen

Dalam eksperimen ini akan digunakan metode desain eksperimen desain faktorial 2^k . Metode ini dipilih karena percobaan yang akan dilaksanakan merupakan eksperimen baru yang belum pernah dilakukan sebelumnya. Sehingga dengan melihat karakteristik metode desain eksperimen faktorial yang dimana hampir setiap faktor dapat dikombinasikan. Karakteristik ini sangat sesuai jika diterapkan dengan eksperimen yang baru karena dapat memberikan informasi yang lebih akurat mengenai hasil respon yang dihasilkan nantinya.

6. Persiapan dan Pelaksanaan Eksperimen

Pada tahap ini dilakukan persiapan dan eksperimen seperti menyiapkan bahan dan alat yang dibutuhkan diantaranya pelepah pisang, wadah cetakan, serta lem perekat yang akan digunakan. Eksperimen dilakukan dengan berdasarkan kombinasi faktor mengikuti metode desain eksperimen yang digunakan yaitu desain faktorial 2^k . Kemudian produk hasil eksperimen akan di uji kekuatan tariknya.

7. Analisa dan Pembahasan

Setelah didapatkan data hasil uji tarik, kemudian dilakukan analisis data . Data hasil eksperimen dapat diolah dan dianalisis sehingga hasil dapat diinterpretasikan dari pengolahan data eksperimen yang relevan. Pada pengolahan data juga menggunakan data yang relevan dari eksperimen yang dilakukan terhadap masalah yang dihadapi. Perhitungan pada pengolahan data antara lain perhitungan ANOVA. Perhitungan ANOVA digunakan untuk mencari faktor yang berpengaruh terhadap nilai rata-rata.

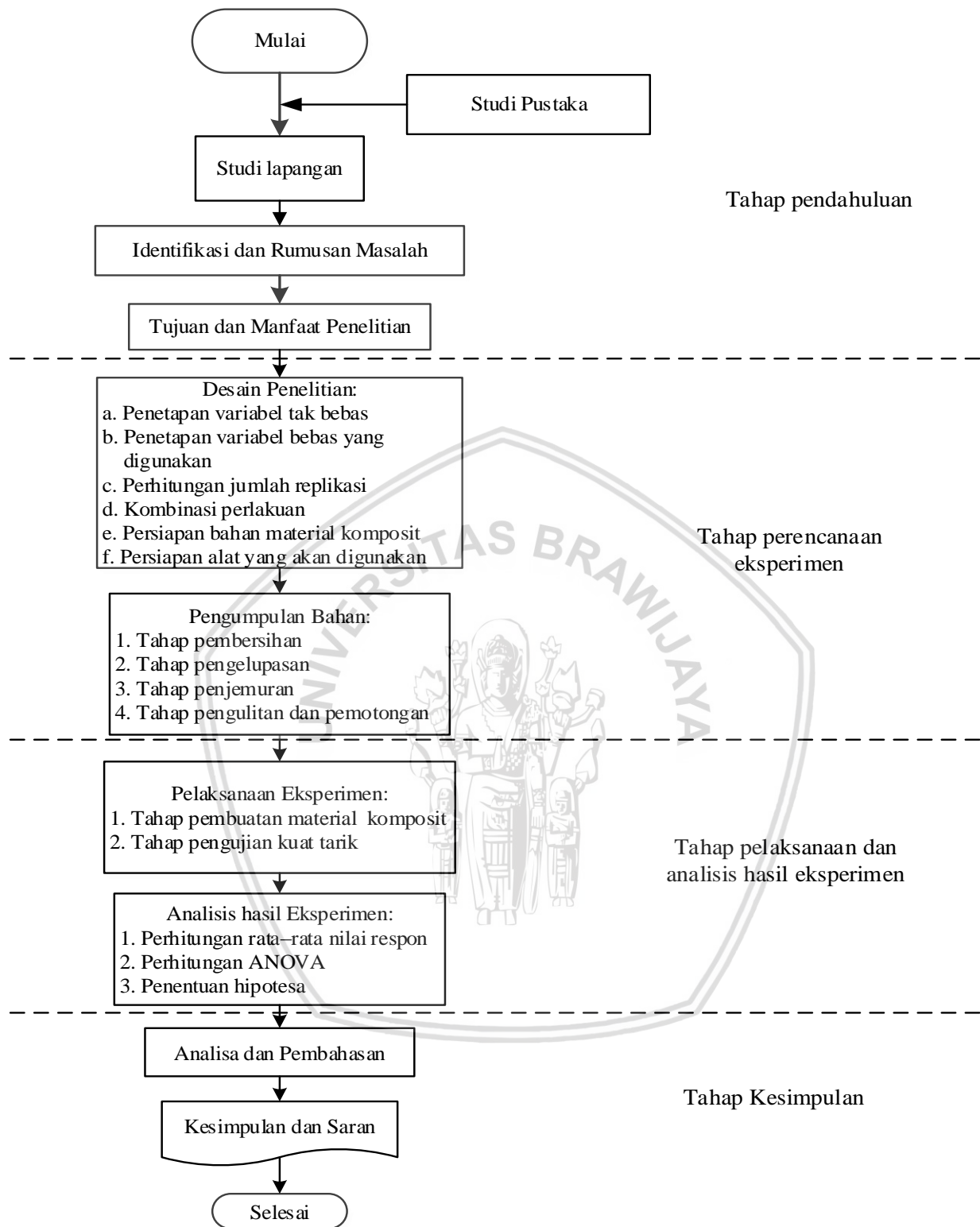
8. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian yang menjawab tentang pada uraian sebelumnya dan menyimpulkan hasil dari pengumpulan, pengujian dan analisa dari data.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 adalah diagram alir penelitian. Tahap-tahap yang dilakukan yaitu studi literatur, lalu dilakukan identifikasi dan perumusan masalah, mengidentifikasi tujuan penelitian. Setelah itu dilakukan tahap pelaksanaan eksperimen yang kemudian dilakukan analisis hasil sehingga akan dihasilkan suatu kesimpulan.





Gambar 3.1 Flowchart penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan proses pengumpulan dan pengolahan data dalam penelitian serta analisis dan pembahasan. Pengolahan yang akan dilakukan meliputi pengujian material komposit dari pelepah pisang, analisis variansi (ANOVA) sampai ditemukan kombinasi level faktor yang paling optimal dan akan dijelaskan pada sub bab dibawah ini.

4.1 Perencanaan Eksperimen

Pada tahap perencanaan eksperimen ini akan membahas tentang penjelasan tahap pendahuluan atau perencanaan sebelum satu eksperimen dilakukan. Diantaranya persiapan alat dan bahan, serta langkah-langkah dilakukannya eksperimen sampai didapatkan nilai respon. Sebelum melakukan eksperimen perlu ditentukan pemilihan variabel bebas dan variabel tak bebas. Variabel bebas merupakan variabel yang memberikan pengaruh terhadap variabel tak bebas (Sudjana, 1995:8). Variabel bebas (faktor) memiliki klasifikasi –klasifikasi yang dinamakan level faktor. Sementara untuk variabel tak bebas (nilai respon) akan dijelaskan pada sub bab selanjutnya.

4.1.1 Penetapan Variabel Tak Bebas

Sifat material komposit sangat dipengaruhi oleh sifat bahan penyusunnya. Bahan penyusun utama dalam komposit ini adalah pelepah pisang. Peran pelepah pisang dalam material komposit yang akan dibuat adalah sebagai serat penguat (*filler*). Kontribusi serat sebagian besar berpengaruh pada kekuatan tarik (*tensile strength*) bahan komposit (Utama, 2016: 61). Sehingga untuk mengetahui efektifitas pelepah pisang sebagai serat penguat komposit ini perlu dilakukan uji kekuatan tarik material. Nilai dari hasil uji tarik tersebut akan digambarkan dengan satuan MPa. Selain itu juga digunakan SNI sebagai pembanding sehingga ketika nilai kuat tarik material berada pada nilai kuat tarik yang ditetapkan oleh SNI 03-2105-2006 maka hasil kuat tarik material dapat dikatakan telah sesuai standar yang disyaratkan SNI. Oleh karena itu, dalam penelitian ini Variabel tak bebas atau nilai respon yang akan digunakan adalah Kekuatan tarik material komposit.

4.1.2 Penetapan Variabel Bebas yang Digunakan

Variabel bebas atau disebut juga faktor yang akan memberikan pengaruh terhadap variabel terikat atau disebut juga respon (Sudjana, 1995:8). Sehingga sebelum dilakukannya suatu eksperimen perlu dilakukan penentuan faktor dan nilai respon sebagai ukuran keberhasilan eksperimen. Penentuan faktor yang digunakan sebagai acuan penelitian didapatkan dari hasil *brainstorming* dan melalui observasi terhadap eksperimen yang memiliki proses yang hampir sama seperti laminasi bambu, pembuatan papan partikel dan pembuatan komposit. Menurut Arifianto (2014:92) eksperimen yang efisien adalah eksperimen dengan jumlah faktor dan kombinasi perlakuan yang sedikit. Kurniawan (2014:205) mengatakan dalam jurnalnya bahwa penentuan level faktor dapat dilakukan dengan mempertimbangkan titik-titik level yang menunjukkan nilai yang ekstrim. Sehingga diambil sebanyak 2 level faktor dengan nilai tertinggi dan terendah. Berdasarkan hasil analisis dan observasi didapatkan beberapa macam faktor yang dianggap berpengaruh yang akan di tunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1

Faktor yang dipertimbangkan untuk dianalisis lebih lanjut

| No | Faktor yang dipertimbangkan untuk dianalisis lebih lanjut |
|----|---|
| 1 | Jenis pohon pisang |
| 2 | Jenis perekat |
| 3 | Kadar perekat |
| 3 | Jumlah lapisan |
| 4 | Arah serat |
| 5 | Lama pengepresan |
| 7 | Lama pengeringan |

Dari beberapa faktor diatas, dipilih faktor paling berpengaruh terhadap kuat tarik material komposit. Faktor tersebut adalah jenis perekat, arah serat, dan lama prengepresan. Tidak dipilihnya faktor jenis pelepah pisang dikarenakan pelepah pisang yang akan digunakan telah ditentukan yaitu jenis pisang kepok. Jenis ini dipilih karena Serat pelepah pisang diperoleh dari pohon pisang kepok (*Musa paradisiaca*) merupakan serat yang mempunyai sifat mekanik yang baik. Serat pelepah pisang mempunyai kekuatan tarik rata-rata 600 Mpa. (Nopriantina, 2013:195). Sementara untuk faktor kadar perekat tidak dipilih karena dalam penelitian ini digunakan kadar perekat sebanyak 20% saja. Menurut Aziz (2016:22), menyatakan bahwa Berdasarkan data pengujian komposit matrik polyster diatas maka pada variasi fraksi volume serat pohon waru dan serbuk timah jati 20% memiliki kekuatan impak dan angka kekerasan yang tinggi. Untuk faktor jumlah lapisan peneliti telah melakukan percobaan awal dan menemukan bahwa komposisi yang tepat adalah

dengan menggunakan 5 lapisan. Selain itu untuk didapatkan ketebalan spesimen sebesar 5 mm dengan perekat sebanyak 20%, jumlah lapisan yang sesuai adalah sebanyak 5 lapis. Faktor lama pengeringan merupakan faktor *noise*. Jenis perekat yang digunakan dalam eksperimen ini memiliki kecepatan pengeringan yang relatif cepat sehingga tidak perlu menggunakan mesin untuk menghemat biaya eksperimen. Pengeringan dilakukan dengan mengandalkan cuaca dan cahaya matahari. Oleh karena itu faktor lama pengeringan termasuk ke dalam faktor *noise* dan tidak diperhitungkan dalam eksperimen pembuatan komposit.. Selain itu peneliti mengambil langkah aman dalam penelitiannya yaitu dengan cara mendiamkan spesimen selama 1 malam untuk memastikan komposit benar-benar sudah kering dan siap digunakan.

Tabel 4.2

Faktor yang Berpengaruh pada Kuat Tarik Material Komposit

| No | Faktor yang Dianggap Berpengaruh | Sumber |
|----|---|---|
| 1 | Jenis perekat | Jurnal Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTekS 4) tentang Teknologi Bambu Laminasi |
| 2 | Arah serat (Utama, 2016) | MEKANIKA volume 15 Nomor 2 tentang Pengaruh Variasi Arah Serat Komposit Berpenguat Hibrida <i>Fiberhybrid</i> Terhadap Kekuatan Tarik dan Densitas Material Dalam Aplikasi <i>Body Part</i> Mobil |
| 3 | Lama proses <i>pressing</i> (Setiajit, 2016) | Jurnal Teknik Mesin Indonesia, Vol. 11 No. 2 tentang Pengaruh waktu pengepresan terhadap sifat mekanik komposit kenaf / <i>polypropylene</i>) |

Dari beberapa Faktor pada tabel 4.1 dipilih beberapa faktor yang paling berpengaruh. Faktor yang dipilih yaitu, Jenis perekat, Arah serat, dan lama proses press seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.2. Berikut ini akan dijelaskan mengenai faktor – faktor yang paling berpengaruh dan akan digunakan eksperimen ini.

1. Jenis perekat

Perekat menjadi salah satu unsur penting dalam pembuatan komposit karena merupakan salah satu komponen penyusun (matriks). Jenis perekat yang digunakan akan berdampak secara langsung terhadap kekuatan mekanik material. Dalam proses pembuatan material komposit pelepah pisang juga akan menggunakan perekat. Sifat kaku sangat diperlukan untuk menahan segala beban yang bekerja, sedangkan komposit yang pada umumnya tipis, sehingga memerlukan pengaku (Hardoyo, 2008:2). Oleh karena itu pemilihan jenis perekat yang tepat menjadi salah satu faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam penelitian ini agar didapatkan material komposit dengan sifat

mekanik yang baik. Perekat dalam eksperimen ini termasuk dalam faktor penting yang perlu diperhatikan. Kedua macam level faktor ini ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Resin poliester memiliki tekstur yang keras sehingga penggunaannya sangat sesuai dengan proses pembuatan komposit pelepah pisang. Menurut Handani (2012:26), penggunaan resin poliester sebagai bahan perekat juga dapat meningkatkan daya ikat dalam material. Selain itu penggunaan perekat resin poliester mempermudah proses pembentukan dan sifatnya yang tahan terhadap korosi (Aziz, 2016:18).

Polivinyl acetat (PVAc) ini merupakan polimer yang mempunyai sifat kerekatan yang sangat kuat sehingga sering digunakan sebagai bahan dasar pembuatan lem kain, kertas dan kayu (Altinok, 2009:61). PVAc memiliki sifat tidak berbau, tidak mudah terbakar, dan lebih cepat solid (Sriyanti, 2014:70), dengan keunggulan tersebut, PVAc sangat sesuai jika digunakan sebagai perekat pembuatan komposit pelepah pisang. Penggunaan PVAc juga menjadikan material komposit juga menjadi ramah dan aman terhadap lingkungan.

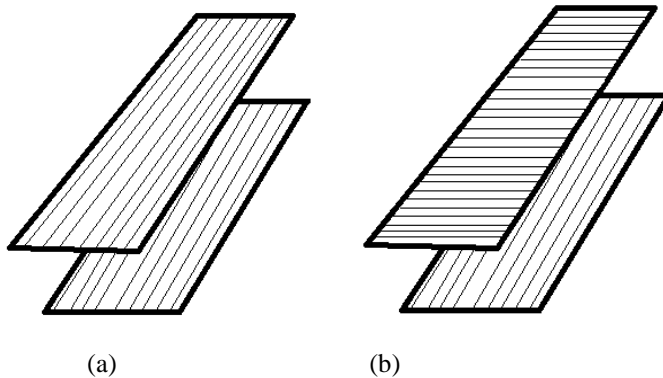
2. Arah serat

Pelepah pisang menjadi bahan utama dalam eksperimen ini. Serat pelepah pisang yang relatif tipis namun memiliki daya tahan yang kuat pula. Fungsi utama pelepah pisang dalam komposit ini adalah sebagai serat penguat. Peran utama dalam komposit berpenguat serat adalah untuk memindahkan tegangan (*stress*) antara serat, memberikan ketahanan terhadap lingkungan yang merugikan dan menjaga permukaan serat dari efek mekanik (Utama, 2016:61). Hal ini di perkuat dengan pernyataan Panglevie (2015:193) dalam penelitiannya bahwa sifat mekanik komposit secara global akan berubah apabila arah serat penguat layer lamina berubah. Sehingga faktor arah serat juga menjadi faktor yang perlu di pertimbangkan dalam eksperimen ini. Secara umum orientasi serat atau arah serat dibagi menjadi *Unidirectional*/sejajar dan *Bidirectional*/menyilang (Rindrawan, 2016:16). Sehingga level faktor yang dipilih dari faktor arah serat ini yaitu, sejajar dan menyilang. Kedua level faktor ini dipilih karena Dengan menemukan komposisi struktur arah serat yang tepat diharapkan akan akan memperkuat daya tarik dari material.

3. Lama pengepresan

Lama waktu pengepresan merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan. Menurut Setiajit (2016:89), waktu pengepresan terhadap komposit kenaf-PP meningkatkan kekuatan *bending* dan tarik, tetapi menurunkan kekuatan impak komposit. Sehingga lama proses pengepresan menjadi salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan. Lama waktu *pressing* dibagi menjadi 2 level. Penentuan level faktor pada faktor lama *pressing* mempertimbangkan nilai ekstrim yang digunakan dalam lama *pressing* proses pembuatan

papan partikel dan laminasi bambu. Sehingga didapatkan nilai terendah sebagai level 1 yaitu 30 menit dan nilai tertinggi yaitu selama 1 jam.



Gambar 4.1 (a) Arah serat sejajar (b) Arah serat menyilang

4.1.3 Perhitungan Jumlah Replikasi

Perhitungan replikasi merupakan salah satu tahap penting sebelum dilakukannya eksperimen. Replikasi diperlukan karena dapat memberikan taksiran yang lebih baik mengenai efek rata-rata sesuatu faktor (Sudjana.1995:4). Rumus yang digunakan dalam perhitungan replikasi adalah:

$$(t-1)(r-1) \geq 15 \dots \dots \dots (4-1)$$

Sumber: Setyanto (2011)

Keterangan:

t = jumlah perlakuan

r = jumlah replikasi

Berikut adalah perhitungan jumlah replikasi dalam eksperimen yang akan dilakukan.

$$(t - 1)(r - 1) > 15$$

$$(3 - 1)(r - 1) > 15$$

$$2(r - 1) > 15$$

$$r > 8,5 \approx 9$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan hasil jumlah replikasi harus lebih besar dari 9, sehingga jumlah spesimen atau replikasi yang akan dilakukan dalam satu buah kombinasi perlakuan adalah sebanyak 10 kali.

4.1.4 Kombinasi Perlakuan

Setelah didapatkan beberapa faktor yang berpengaruh beserta level faktornya, kemudian ditentukan kombinasi perlakuannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain faktorial 2^3 . Jumlah faktor yang akan digunakan dalam eksperimen ini

berjumlah 3 faktor dan masing – masing faktor memiliki 2 level. Macam–macam kombinasi perlakuan eksperimen yang akan dilakukan ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Jumlah keseluruhan spesimen yang akan dibuat adalah sebanyak 80 unit. Dari 80 unit tersebut terbagi menjadi 8 macam kombinasi perlakuan. Setiap satu kombinasi perlakuan memiliki jumlah sampel spesimen sebanyak 10 buah.

Tabel 4.3
Kombinasi Perlakuan

| Faktor kontrol | | Faktor arah serat (B) | | | |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | Serat searah (B1) | | Serat menyilang (B2) | |
| Faktor Lama Pressing (C) | | 30 menit (C1) | 60 menit (C2) | 30 menit (C1) | 60 menit (C2) |
| Faktor Jenis Perekat (A) | <i>Polyvinyl Acetat (A1)</i> | Kombinasi A1,B1,C1 (10 replikasi) | Kombinasi A1,B1,C2 (10 replikasi) | Kombinasi A1,B2,C1 (10 replikasi) | Kombinasi A1,B2,C2 (10 replikasi) |
| Faktor Jenis Perekat (A) | <i>Resin polyester (A2)</i> | Kombinasi A2,B1,C1 (10 replikasi) | Kombinasi A2,B1,C2 (10 replikasi) | Kombinasi A2,B2,C1 (10 replikasi) | Kombinasi A2,B2,C2 (10 replikasi) |

Sumber: Sudjana (1995)

4.1.5 Persiapan Bahan Material Komposit

Sebelum dilakukan eksperimen, perlu dilakukan persiapan bahan baku yang digunakan untuk membuat spesimen material komposit. Beberapa bahan yang dibutuhkan adalah:

1. Pelepah pisang

Pelepah pisang yang dapat merupakan limbah dari tanaman pisang yang akan diunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan material komposit. Namun sebelumnya perlu dilakukan pengeringan agar pelepah pisang dapat digunakan untuk eksperimen. Seperti pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Pelepah pisang kering

2. Perekat

Perekat yang akan digunakan pada Gambar 4.3 terdapat dua jenis yaitu, PVAc dan resin poliester. Kedua perekat ini dipilih karena merupakan perekat yang lazim digunakan dalam proses pengeleman kayu dan keduanya tidak mengandung formaldehida sehingga tidak membahayakan kesehatan.



(a) (b)
Gambar 4.3 (a) Perekat PVAc (b) Perekat resin poliester

4.1.6 Alat yang Digunakan Dalam Eksperimen

Selain bahan baku, faktor lain yang perlu dipersiapkan adalah alat. Berikut akan dijelaskan mengenai alat yang dibutuhkan.

1. Mesin Press



Gambar 4.4 Mesin Press Nagasaki Jack Hydraulic Manual Press Nsp – 15

Pelepah pisang yang sudah di kombinasikan dengan perekat selanjutnya di tekan dengan tekanan 25 kg/cm^2 . Mesin pres pada gambar 4.4 mampu menekan hingga beban maksimum 15 ton dengan tinggi mesin 1650 mm dan lebar mesin 800 mm.

2. Cetakan

Cetakan pada Gambar 4.5 digunakan untuk membuat spesimen sesuai ukuran yang diperlukan. Sebelum dilakukan proses *pressing* cetakan akan dilapisi dengan aluminium foil agar spesimen mudah dilepaskan dan tidak menempel pada cetakan.



Gambar 4.5 Cetakan

3. Wadah

Wadah pada Gambar 4.6 dan pengaduk digunakan dalam proses pencampuran resin dengan katalis agar tercampur secara merata sebelum digunakan.



Gambar 4.6 Wadah

4.2 Tahap Pengumpulan Bahan

Selanjutnya pada tahap ini akan diterangkan mengenai proses pengumpulan bahan. Bahan utama yang digunakan dalam eksperimen ini adalah pelepah pisang. Namun pelepah pisang yang berasal dari limbah perkebunan tadi tidak serta merta langsung digunakan, melainkan harus melalui beberapa tahap terlebih dahulu. Berikut adalah tahapannya.

1. Tahap pembersihan



Gambar 4.7 Proses pembersihan dan pemotongan limbah pelepah pisang

Pelepah pisang yang didapatkan dari limbah dibersihkan terlebih dahulu sampai didapatkan lapisan yang bersih dan bagus. Serta merapikan potongan pelepah pisang agar lebih mudah untuk di gunakan. Pelepah pisang yang akan digunakan nanti yang permukaannya masih bagus dan tidak terdapat bekas tusukan atau lubang. Gambar 4.7 menunjukkan proses pembersihan.

2. Tahap pengelupasan

Pada tahap ini pelepah pisang yang sudah bersih dan dirapikan di pisahkan setiap lembarnya. Pengelupasan pelepah pisang harus dilakukan dengan hati-hati karena tekstur pelepah pisang yang mudah robek. Lapisan pelepah pisang yang digunakan hanya yang sudah cukup tua, yang sudah berwarna sedikit kehijauan. Seperti pada gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Proses pengelupasan pelepah menjadi lembaran-lembaran

3. Tahap penjemuran



Gambar 4.9 Tahap penjemuran pelepah pisang

Gambar 4.9 menunjukkan proses penjemuran. Pelepah pisang yang sudah dipisah selanjutnya dikeringkan melalui proses penjemuran. Penjemuran dilakukan di area terbuka pada musim panas dengan intensitas cahaya matahari sama dan suhu kurang lebih 29 derajat Celcius, sehingga didapatkan pelepah pisang dengan tingkat kekeringan yang sama (tidak terdapat perbedaan kelembaban yang signifikan) dan kadar air rata-rata sebesar 10%. Lama waktu penjemuran kurang lebih 2 hari. Pelepah

pisang yang kering diperlukan agar mempermudah proses perekatan agar perekat dapat berfungsi dengan baik.

4. Tahap pengulitan dan pemotongan

Selanjutnya pelepah pisang yang sudah kering akan di potong sesuai dengan ukuran spesimen yang akan dibuat. Kemudian pelepah pisang yang sudah dipotong akan di dikuliti atau dibelah unuk di ambil kulit pelepah bagian luar. Hal ini dilakukan karena pelepah pisang memiliki tekstur yang beruas-ruas yang didalamnya terdapat udara. Untuk didapatkan spesimen komposit yang padat maka pelepah pisang di belah menjadi 2 bagian dan di ambil bagian kulit luarnya saja sehingga perekat dapat berfungsi dengan baik dan didapatkan spesimen yang padat.

4.3 Tahap Pelaksanaan Eksperimen

Berikutnya adalah tahap pelaksanaan eksperimen. Dalam tahap ini akan dibagi menjadi 2 proses yaitu pembuatan material komposit dan pengujian kuat tarik material komposit.

4.3.1 Proses Pembuatan Material Komposit

Dalam tahap ini, akan dilakukan eksperimen dengan mengikuti tabel perlakuan yang telah dibuat sebelumnya yaitu pada Tabel 4.2. Dari hasil analisis didapatkan 4 macam kombinasi yang nantinya akan diuji coba dalam eksperimen. Dan dari masing - masing kombinasi akan dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali atau yang biasa disebut replikasi. Berikutnya akan dijelaskan mengenai langkah – langkah eksperimen sebagai berikut.

1. Menyiapkan bahan – bahan eksperimen

Bahan yang perlu dipersiapkan adalah bahan baku dalam pembuatan material komposit ini yaitu pelepah pisang dan perekat yang akan digunakan, serta cetakan sebagai wadah ketika proses pressing agar material dapat di bentuk sesuai dengan kebutuhan.

2. Proses pengeleman

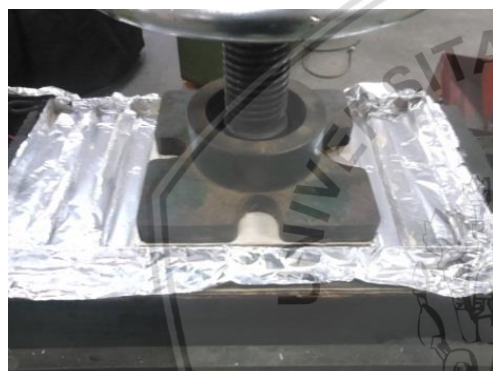
Menyusun pelepah pisang dan bahan perekat yang sudah disiapkan ke dalam cetakan. Setelah menyiapkan bahan, dilakukan proses penyusunan pelepah pisang pada tempat cetakan yang ditambahkan dengan perekat yang telah dipersiapkan sebelumnya. Penggunaan jenis perekat dan penataan arah serat mengikuti tabel perlakuan yang telah dibuat sebelumnya. Ketebalan lem pada masing-masing spesimen tidak berbeda secara signifikan dikarenakan perekat hanya digunakan sebagai pengikat antar lapisan

perekat saja dengan jumlah yang sedikit sehingga tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perbedaan ketebalan antar spesimen. Seperti pada gambar 4.10



Gambar 4.10 Proses pengeleman

3. Proses *pressing*



Gambar 4.11 Proses *pressing*

Gambar 4.11 menunjukkan proses *pressing*. Proses *pressing* dilakukan agar material yang akan dibuat memiliki tekstur yang padat. Tingkat kepadatan material juga akan berpengaruh pada nilai hasil uji tariknya nanti. Proses yang dilakukan hampir sama dengan proses pembuatan papan partikel. Dalam proses *pressing* ini tekanan yang digunakan adalah sebesar 2 Mpa atau 20 kg/cm^2 seperti dalam pembuatan papan partikel (Hafis, 2016).

4. Proses penjemuran

Pada tahap ini material akan didiamkan selama satu hari untuk memastikan perekat benar – benar kering. Karena kedua jenis perekat yang digunakan memiliki kecepatan pengeringan yang baik, maka waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeringan sebentar. Dalam kondisi ini spesimen yang dibuat dengan panjang 20 cm, lebar 2 cm dan ketebalan 5 mm. Seperti pada Gambar 4.12 berikut.



Gambar 4.12 Proses penjemuran

5. Proses pembentukan spesimen

Material yang sudah kering dibentuk menjadi spesimen sebelum dilakukan pengujian. Ukuran dan bentuk spesimen sudah ditentukan sesuai SNI 03-3399-1994 dan ASTM D 638 – 03 yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya. Seperti pada Gambar 4.13 berikut.



Gambar 4.13 Pembentukan spesimen sesuai ASTM ASTM D 638 – 03

4.3.2 Pengujian Kuat Tarik Material

Pengujian kuat tarik material dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik merk MFL Piuf-Und Me Bsysteme GmbH D 6800 Mannheim. Pertama spesimen akan di pasang pada penjapit yang ada pada mesin. Kemudian setelah penjapit di kencangkan, mesin akan dihidupkan yang kemudian akan memberikan gaya tarik pada masing-masing ujung spesimen. Proses penarikan ini akan terus dilakukan sampai spesimen patah. Hasil dari pembebanan spesimen akan ditunjukkan pada skala yang menunjukkan besar gaya maksimal yang dapat diterima spesimen sebelum spesimen patah atau mengalami kerusakan. Dari data besar gaya yang didapatkan masih perlu dilakukan

perhitungan untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik spesimen. Rumus yang digunakan dalam uji kuat tarik ini adalah sebagai berikut.

$$F_t = \frac{P}{B \times H} (\text{MPa}) \dots \dots \dots (4-2)$$

Sumber: Standar Nasional Indonesia Metode pengujian kuat tarik

Keterangan:

F_t = Kuat tarik (N/mm^2)

P = Beban maksimal (N)

B = Lebar (mm)

H = Tinggi (mm)

Contoh perhitungan hasil uji kuat tarik dari spesimen yang telah dibuat seperti berikut.

$$F_t = \frac{P}{B \times H}$$

$$F_t = \frac{3700 \text{ N}}{13 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}}$$

$$F_t = 54,81 \text{ N}/\text{mm}^2 \text{ atau } 54,81 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.4

Data Beban Maksimal Spesimen Dalam Pengujian Tarik Dengan Satuan N

| | | Arah serat | | | |
|----------------------|--------|------------|--------|-----------|--------|
| | | Searah | | Menyilang | |
| Lama <i>pressing</i> | | 30 menit | 1 jam | 30menit | 1 jam |
| Jenis Perekat | pvac | 3700 N | 4300 N | 3000 N | 3750 N |
| | | 3850 N | 4000 N | 3100 N | 3550 N |
| | | 3700 N | 4100 N | 3000 N | 3600 N |
| | | 3850 N | 4500 N | 3100 N | 3500 N |
| | | 4000 N | 4200 N | 3300 N | 3800 N |
| | | 3800 N | 4200 N | 3600 N | 3850 N |
| | | 3750 N | 3750 N | 3300 N | 3650 N |
| | | 3750 N | 3900 N | 3200 N | 3500 N |
| | | 3800 N | 4150 N | 3200 N | 3400 N |
| | 3950 N | 4100 N | 3100 N | 3750 N | |
| | 3650 N | 4250 N | 2800 N | 3250 N | |
| | 3750 N | 4000 N | 2850 N | 3200 N | |
| | 3600 N | 3800 N | 2600 N | 3300 N | |
| | 3550 N | 3950 N | 2700 N | 3500 N | |
| | 3700 N | 4200 N | 2650 N | 3250 N | |
| | 3600 N | 3750 N | 2850 N | 3300 N | |
| | 3550 N | 3850 N | 2750 N | 3350 N | |
| | 3550 N | 3850 N | 2650 N | 3250 N | |
| 3900 N | 4200 N | 2800 N | 3000 N | | |
| 3600 N | 3950 N | 2750 N | 3100 N | | |
| 3600 N | 3950 N | 2750 N | 3100 N | | |

Tabel 4.4 menunjukkan data hasil pengujian kekuatan tarik material komposit. Data hasil pengujian yang telah didapatkan kemudian dihitung seperti pada contoh sebelumnya dan kemudian di rekap. Tabel 4.5 adalah tabel hasil rekap dari data uji kuat tarik keseluruhan eksperimen.

Tabel 4.5
Data Hasil Kekuatan Tarik Spesimen dalam Satuan Mpa

| Faktor kontrol | | Faktor arah serat (B) | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|----------------------|------------------|
| | | Serat Searah (B1) | | Serat Menyilang (B2) | |
| Lama Pressing (C) | | 30 menit (C1) | 60 menit (C2) | 30 menit (C1) | 60 menit (C2) |
| Faktor jenis Perakat (A) | Polyvinyl Acetat (A1) | 54,81 Mpa | 63,70 Mpa | 44,44 Mpa | 55,56 Mpa |
| | | 57,04 Mpa | 59,26 Mpa | 45,93 Mpa | 52,59 Mpa |
| | | 54,81 Mpa | 60,74 Mpa | 44,44 Mpa | 53,33 Mpa |
| | | 57,04 Mpa | 66,67 Mpa | 45,93 Mpa | 51,85 Mpa |
| | | 59,26 Mpa | 62,22 Mpa | 48,89 Mpa | 56,30 Mpa |
| | | 56,30 Mpa | 62,22 Mpa | 53,33 Mpa | 57,04 Mpa |
| | | 55,56 Mpa | 55,56 Mpa | 48,89 Mpa | 54,07 Mpa |
| | | 55,56 Mpa | 57,78 Mpa | 47,41 Mpa | 51,85 Mpa |
| | | 56,30 Mpa | 61,48 Mpa | 47,41 Mpa | 50,37 Mpa |
| | | 58,52 Mpa | 60,74 Mpa | 45,93 Mpa | 55,56 Mpa |
| | Resin poliester (A2) | 54,07 Mpa | 62,96 Mpa | 41,48 Mpa | 48,15 Mpa |
| | | 55,56 Mpa | 59,26 Mpa | 42,22 Mpa | 47,41 Mpa |
| | | 53,33 Mpa | 56,30 Mpa | 38,52 Mpa | 48,89 Mpa |
| | | 52,59 Mpa | 58,52 Mpa | 40,00 Mpa | 51,85 Mpa |
| | | 54,81 Mpa | 62,22 Mpa | 39,26 Mpa | 48,15 Mpa |
| | | 53,33 Mpa | 55,56 Mpa | 42,22 Mpa | 48,89 Mpa |
| | | 52,59 Mpa | 57,04 Mpa | 40,74 Mpa | 49,63 Mpa |
| | | 52,59 Mpa | 57,04 Mpa | 39,26 Mpa | 48,15 Mpa |
| | | 57,78 Mpa | 62,22 Mpa | 41,48 Mpa | 44,44 Mpa |
| | | 53,33 Mpa | 58,52 Mpa | 40,74 Mpa | 45,93 Mpa |

4.4 Tahap Analisis Hasil Eksperimen

Pada tahap ini dilakukan analisis mengenai data dari hasil eksperimen. Hasil dari eksperimen merupakan nilai besar uji kuat tarik spesimen dari beberapa kombinasi perlakuan yang digunakan.

4.4.1 Pengolahan Data Hasil Eksperimen

Setelah data dikumpulkan, selanjutnya dilakukan perhitungan statistik ANOVA. Perhitungan ANOVA dilakukan untuk mengetahui besar kontribusi masing-masing faktor terhadap nilai respon. Selain itu juga dapat diketahui pengaruh dari interaksi antar faktor

terhadap nilai respon. Tabel 4.6 dan Tabel 4.7 adalah data hasil perhitungan rata-rata nilai kekuatan tarik material.

Tabel 4.6

Tabel Respon Untuk Nilai Rata – rata Eksperimen

| Level faktor | Faktor A | Faktor B | Faktor C |
|--------------|-----------|-----------|-----------|
| level 1 | 54,67 Mpa | 57,63 Mpa | 49,59 Mpa |
| level 2 | 50,43 Mpa | 47,46 Mpa | 55,50 Mpa |
| selisih | 4,24 | 10,17 | 5,91 |
| ranking | 3 | 1 | 2 |

Tabel 4.7

Tabel Pengolahan Data Hasil Pengujian

| | | Faktor Arah Serat | | | | Jumlah |
|----------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | Arah Serat Sejajar | | Arah Serat Menyilang | | |
| Lama Proses Pressing | | 30 Menit | 1 Jam | 30menit | 1 Jam | |
| enis Perekat (A) | PVAc | 54,81 Mpa | 63,70 MPa | 44,44 Mpa | 55,56 Mpa | |
| | | 57,04 Mpa | 59,26 Mpa | 45,93 Mpa | 52,59 Mpa | |
| | | 54,81 Mpa | 60,74 Mpa | 44,44 Mpa | 53,33 Mpa | |
| | | 57,04 Mpa | 66,67 Mpa | 45,93 Mpa | 51,85 Mpa | |
| | | 59,26 Mpa | 62,22 Mpa | 48,89 Mpa | 56,30 Mpa | |
| | | 56,30 Mpa | 62,22 Mpa | 53,33 Mpa | 57,04 Mpa | |
| | | 55,56 Mpa | 55,56 Mpa | 48,89 Mpa | 54,07 Mpa | |
| | | 55,56 Mpa | 57,78 Mpa | 47,41 Mpa | 51,85 Mpa | |
| | | 56,30 Mpa | 61,48 Mpa | 47,41 Mpa | 50,37 Mpa | |
| | 58,52 MPa | 60,74 Mpa | 45,93 MPa | 55,56 Mpa | | |
| | Jumlah | $Y_{111} = 565,19$ | $Y_{112} = 610,37$ | $Y_{121} = 472,59$ | $Y_{122} = 538,52$ | $Y_{1BC} = 2186,67$ |
| | Resin | 54,07 MPa | 62,96 MPa | 41,48 MPa | 48,15 MPa | |
| | | 55,56 Mpa | 59,26 MPa | 42,22 Mpa | 47,41 MPa | |
| | | 53,33 Mpa | 56,30 Mpa | 38,52 Mpa | 48,89 Mpa | |
| | | 52,59 Mpa | 58,52 Mpa | 40,00 Mpa | 51,85 Mpa | |
| | | 54,81 Mpa | 62,22 Mpa | 39,26 Mpa | 48,15 Mpa | |
| | | 53,33 Mpa | 55,56 Mpa | 42,22 Mpa | 48,89 Mpa | |
| | | 52,59 Mpa | 57,04 Mpa | 40,74 Mpa | 49,63 Mpa | |
| | | 52,59 Mpa | 57,04 Mpa | 39,26 Mpa | 48,15 Mpa | |
| 57,78 Mpa | | 62,22 Mpa | 41,48 Mpa | 44,44 Mpa | | |
| 53,33 MPa | 58,52 Mpa | 40,74 MPa | 45,93 Mpa | | | |
| Jumlah | $Y_{211} = 540$ | $Y_{212} = 589,63$ | $Y_{221} = 405,93$ | $Y_{222} = 481,48$ | $Y_{2BC} = 2017,04$ | |
| Jumlah | 1129,63 | | 887,41 | | | |
| Jumlah Total | | | | | 4203,70 | |

1. Menghitung nilai faktor koreksi (FK)

$$\begin{aligned}\text{Faktor koreksi} &= \frac{(Y_{\text{total}})^2}{\text{Jumlah seluruh sample}} \\ &= \frac{4203,7^2}{80} \\ &= 220889,06\end{aligned}$$

2. Menghitung jumlah kuadrat total (JKT)

$$\begin{aligned}\text{Jumlah kuadrat total} &= \Sigma(\text{nilai respon})^2 \\ &= (54,81)^2 + (57,04)^2 + \dots + (44,44)^2 + (45,93)^2 \\ &= 224472,43\end{aligned}$$

3. Menghitung nilai jumlah kuadrat perlakuan (JKP)

- a. Jumlah kuadrat perlakuan Faktor A (JKP A)

$$\begin{aligned}\text{JKP A} &= \frac{(Y_{1BC})^2 + (Y_{2BC})^2}{\text{jumlah sampel dalam satu level faktor A}} - \text{FK} \\ &= \frac{2186,67^2 + 2017,04^2}{40} - 220889,06 \\ &= 359,68\end{aligned}$$

- b. Jumlah kuadrat perlakuan Faktor B (JKP B)

$$\begin{aligned}\text{JKP B} &= \frac{(YA_{1C})^2 + (YA_{2C})^2}{\text{jumlah sampel dalam satu level faktor B}} - \text{FK} \\ &= \frac{1129,63^2 + 887,41^2}{40} - 220889,06 \\ &= 2067,22\end{aligned}$$

- c. Jumlah kuadrat perlakuan Faktor C (JKP C)

$$\begin{aligned}\text{JKP C} &= \frac{(Y_{111} + Y_{121} + Y_{211} + Y_{221})^2 + (Y_{112} + Y_{122} + Y_{212} + Y_{222})^2}{\text{jumlah sampel dalam satu level faktor C}} - \text{FK} \\ &= \frac{(565,19 + 472,59 + 540,00 + 405,93)^2 + (610,37 + 538,52 + 589,63 + 481,48)^2}{40} - 220889,06 \\ &= 697,95\end{aligned}$$

- d. Jumlah kuadrat interaksi faktor AB

$$\begin{aligned}\text{JKP AB} &= \frac{(Y_{111} + Y_{112})^2 + (Y_{121} + Y_{122})^2 + (Y_{211} + Y_{212})^2 + (Y_{221} + Y_{222})^2}{\text{jumlah sampel dalam kombinasi satu level faktor A dan B}} - \text{FK} - \text{JK A} - \text{JK B} \\ &= \frac{(565,19 + 610,37)^2 + (472,59 + 538,52)^2 + (540 + 589,63)^2 + (405,93 + 481,48)^2}{40}\end{aligned}$$

$$- 220889,06 - 359,68 - 2067,22$$

$$= 75,62$$

- e. Jumlah kuadrat interaksi faktor AC

$$JK AC = \frac{(Y_{111} + Y_{121})^2 + (Y_{112} + Y_{122})^2 + (Y_{211} + Y_{221})^2 + (Y_{212} + Y_{222})^2}{\text{jumlah sampel dalam kombinasi satu level faktor A dan C}}$$

$$- FK - JK A - JK C$$

$$= \frac{(565,19 + 472,59)^2 + (610,37 + 538,52)^2 + (540 + 405,93)^2 + (589,63 + 481,48)^2}{40}$$

$$- 220889,06 - 359,68 - 697,95$$

$$= 2,48$$

- f. Jumlah kuadrat interaksi faktor BC

$$JK BC = \frac{(Y_{111} + Y_{211})^2 + (Y_{112} + Y_{212})^2 + (Y_{121} + Y_{221})^2 + (Y_{122} + Y_{222})^2}{\text{jumlah sampel dalam kombinasi satu level faktor B dan C}}$$

$$- FK - JKB - JKC$$

$$= \frac{(565,19 + 540)^2 + (610,37 + 589,63)^2 + (472,59 + 405,93)^2 + (538,52 + 481,48)^2}{40}$$

$$- 220889,06 - 2067,22 - 697,95$$

$$= 27,22$$

- g. Jumlah kuadrat interaksi faktor ABC

$$JK ABC = \frac{(Y_{111})^2 + (Y_{112})^2 + (Y_{121})^2 + (Y_{122})^2 + (Y_{211})^2 + (Y_{212})^2 + (Y_{221})^2 + (Y_{222})^2}{\text{jumlah replikasi}}$$

$$- FK - JK A - JK B - JK C - JK AB - JK AC - JK BC$$

$$=$$

$$= \frac{(565,19)^2 + (610,37)^2 + (472,59)^2 + (538,52)^2 + (540)^2 + (589,63)^2 + (405,93)^2 + (481,48)^2}{40}$$

$$- 220889,06 - 359,68 - 2067,22 - 697,95 - 75,62 - 2,48 - 27,22$$

$$= 0,34$$

- h. Jumlah kuadrat eror (JK eror)

$$JK error = JKT - JK A - JK B - JK C - JK AB - JK AC - JK BC - JK ABC$$

$$= 224472,43 - 359,68 - 2067,22 - 697,95 - 75,62 - 2,48 - 27,22 - 0,34$$

$$= 352,87$$

4. Menghitung nilai derajat kebebasan

- a. Derajat kebebasan faktor

$$\begin{aligned} \text{Misal untuk faktor A : dk A} &= (\text{jumlah level faktor} - 1) \\ &= 2 - 1 \\ &= 1 \end{aligned}$$

- b. Derajat kebebasan interaksi 2 faktor

Misal untuk interaksi faktor A dan B :

$$\begin{aligned} \text{dk AB} &= (\text{level faktor A} - 1)(\text{level faktor B} - 1) \\ &= (2 - 1)(2 - 1) \\ &= 1 \end{aligned}$$

- c. Derajat kebebasan interaksi 3 faktor

$$\begin{aligned} \text{Dk ABC} &= (\text{level faktor A} - 1)(\text{level faktor B} - 1)(\text{level faktor C} - 1) \\ &= (2 - 1)(2 - 1)(2 - 1) \\ &= 1 \end{aligned}$$

- d. Derajat kebebasan *error*

$$\begin{aligned} \text{Dk E} &= \text{level faktor A} \times \text{B} \times \text{C} (\text{jumlah replikasi} - 1) \\ &= 2 \times 2 \times 2(10 - 1) \\ &= 72 \end{aligned}$$

5. Menghitung kuadrat tengah (KT)

$$\begin{aligned} \text{Misal kuadrat tengah faktor A : KT A} &= \frac{\text{Jumlah Kuadrat faktor A}}{\text{Derajat kebebasan faktor A}} \\ &= \frac{359,68}{1} \\ &= 359,68 \end{aligned}$$

6. Menghitung jumlah kuadrat' (JK')

$$\begin{aligned} \text{Misal JK' A} &= \text{JK A} - (\text{dk A} \times \text{JK error}) \\ &= 359,68 - (1 \times 4,90) \\ &= 354,78 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk perhitungan jumlah kuadrat' E (JK' E) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{JK'E} &= \text{JK' total} - (\text{JK' A} + \text{JK' B} + \text{JK' C} + \text{JK'AB} + \text{JK'AC} + \text{JK'BC} + \text{JK'ABC}) \\ &= 3583,37 - 354,78 - 2062,32 - 70,72 - 693,05 + 2,42 - 22,32 + 4,56 \\ &= 387,17 \end{aligned}$$

7. Menghitung *Percent Contribution (Rho%)* masing-masing faktor

Berikut ini adalah contoh perhitungan *Rho% A*

$$\begin{aligned} \text{Rho \% A} &= \frac{\text{JK' A}}{\text{JK total}} \times 100\% \\ &= \frac{354,78}{3230,50} \times 100\% \end{aligned}$$

= 73,39%

8. Penentuan hipotesa

- a. H₀: Tidak ada pengaruh faktor A terhadap kekuatan tarik komposit
H₁: Ada pengaruh faktor A terhadap kekuatan tarik komposit
- b. H₀: Tidak ada pengaruh faktor B terhadap kekuatan tarik komposit
H₁: Ada pengaruh faktor B terhadap kuat kekuatan tarik komposit
- c. H₀: Tidak ada pengaruh faktor C terhadap kekuatan tarik komposit
H₁: Ada pengaruh faktor C terhadap kekuatan tarik komposit
- d. H₀: Tidak ada pengaruh interaksi faktor A dan B terhadap kekuatan tarik komposit
H₁: Ada pengaruh faktor interaksi A dan B terhadap kuat kekuatan tarik komposit
- e. H₀: Tidak ada pengaruh interaksi faktor A dan C terhadap kekuatan tarik komposit
H₁: Ada pengaruh faktor interaksi A dan C terhadap kuat kekuatan tarik komposit
- f. H₀: Tidak ada pengaruh interaksi faktor B dan C terhadap kekuatan tarik komposit
H₁: Ada pengaruh interaksi faktor B dan C terhadap kuat kekuatan tarik komposit
- g. H₀: Tidak ada pengaruh interaksi faktor A, B, dan C terhadap kekuatan tarik komposit
H₁: Ada pengaruh interaksi faktor A, B, dan C terhadap kuat kekuatan tarik komposit

9. Membuat tabel ANOVA

Selanjutnya dari hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya kemudian dimasukkan kedalam tabel dan dilakukan perhitungan persen kontribusi dan nilai F hitungnya. F hitung yang di dapatkan akan dibandingkan dengan nilai F yang didapat dari F tabel dengan nilai α sebesar 0,05, v_1 sebesar 1, dan v_2 sebesar 72. Ketika nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel maka kesimpulan yang di ambil adalah H₀ ditolak atau artinya adalah factor yang dimaksud tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai respon. Tabel 4.8 adalah tabel hasil rangkuman dari perhitungan di atas beserta kesimpulan yang didapatkan.

Tabel 4.8
Tabel Perhitungan ANOVA

| | dk | JK | KT | JK' | Rho % | F hitung | F tabel | Kesimpulan |
|-------|----|-----------|-----------|---------|-------|----------|---------|-------------------------|
| A | 1 | 359,68 | 359,68 | 354,78 | 9,90 | 73,39 | 3,97 | H ₀ Ditolak |
| B | 1 | 2067,22 | 2067,22 | 2062,32 | 57,55 | 421,80 | 3,97 | H ₀ Ditolak |
| AB | 1 | 75,62 | 75,62 | 70,72 | 1,97 | 15,43 | 3,97 | H ₀ Ditolak |
| C | 1 | 697,95 | 697,95 | 693,05 | 19,34 | 142,41 | 3,97 | H ₀ Ditolak |
| AC | 1 | 2,48 | 2,48 | -2,42 | -0,07 | 0,51 | 3,97 | H ₀ Diterima |
| BC | 1 | 27,22 | 27,22 | 22,32 | 0,62 | 5,55 | 3,97 | H ₀ Ditolak |
| ABC | 1 | 0,34 | 0,34 | -4,56 | -0,13 | 0,07 | 3,97 | H ₀ Diterima |
| E | 72 | 352,87 | 4,90 | 387,17 | 10,8 | | | |
| total | 79 | 3583,37 | 45,36 | 3583,37 | | | | |
| Mean | 1 | 220889,06 | 220889,06 | | | | | |
| Total | 80 | 224472,43 | | | 100 | | | |

4.5 Analisis dan Pembahasan

Pada penelitian ini digunakan metode desain faktorial 2^3 . Angka 2 menunjukkan jumlah level dari masing – masing faktor, sementara angka 3 menunjukkan jumlah faktor yang digunakan. Desain faktorial digunakan dalam eksperimen ini untuk mengetahui efek dari kombinasi semua faktor terhadap nilai respon, sehingga didapatkan hasil dan analisa data yang lebih mendetail. Sementara itu material komposit berbahan dasar pelepah pisang ini merupakan rancangan material yang baru dan belum pernah ada sebelumnya. Oleh karena itu penggunaan metode desain faktorial sangat cocok untuk menganalisa material komposit pelepah pisang.

Perhitungan ANOVA dan nilai rata - rata dari data hasil eksperimen komposit kemudian dilakukan guna mengetahui efek dari ketiga macam faktor yang digunakan beserta besar pengaruh masing – masing faktor terhadap nilai respon. Hasil pengujian ANOVA berupa hipotesa yang akan di jelaskan sebagai berikut.

- H₀: Tidak ada pengaruh faktor A terhadap kekuatan tarik komposit
H₁: Ada pengaruh faktor A terhadap kekuatan tarik komposit
Kesimpulan : F hitung > F tabel (0,05;1;72); maka H₀ ditolak yang artinya ada pengaruh faktor perekat terhadap kekuatan tarik material komposit.
- H₀: Tidak ada pengaruh faktor B terhadap kekuatan tarik komposit
H₁: Ada pengaruh faktor B terhadap kuat kekuatan tarik komposit
Kesimpulan : F hitung > F tabel (0,05;1;72); maka H₀ ditolak yang artinya ada pengaruh faktor arah serat terhadap kekuatan tarik material komposit.
- H₀: Tidak ada pengaruh faktor C terhadap kekuatan tarik komposit

H1: Ada pengaruh faktor C terhadap kekuatan tarik komposit

Kesimpulan : $F_{hitung} > F_{tabel} (0,05;1;72)$; maka H_0 ditolak yang artinya ada pengaruh faktor lama proses *pressing* terhadap kekuatan tarik material komposit.

d. H_0 : Tidak ada pengaruh interaksi faktor A dan B terhadap kekuatan tarik komposit

H1: Ada pengaruh faktor interaksi A dan B terhadap kuat kekuatan tarik komposit

Kesimpulan: $F_{hitung} > F_{tabel} (0,05;1;72)$; maka H_0 ditolak yang artinya ada pengaruh interaksi antara faktor Jenis perekat dengan faktor arah serat terhadap kekuatan tarik material komposit.

e. H_0 : Tidak ada pengaruh interaksi faktor A dan C terhadap kekuatan tarik komposit

H1: Ada pengaruh faktor interaksi A dan C terhadap kuat kekuatan tarik komposit

Kesimpulan : $F_{hitung} < F_{tabel} (0,05;1;72)$; maka H_0 diterima yang artinya tidak ada pengaruh interaksi antara faktor Jenis perekat dengan faktor lama *pressing* terhadap kekuatan tarik material komposit.

f. H_0 : Tidak ada pengaruh interaksi faktor B dan C terhadap kekuatan tarik komposit

H1: Ada pengaruh interaksi faktor B dan C terhadap kuat kekuatan tarik komposit

Kesimpulan: $F_{hitung} > F_{tabel} (0,05;1;72)$; maka H_0 ditolak yang artinya ada pengaruh interaksi antara faktor Jenis arah serat dengan faktor arah lama *pressing* terhadap kekuatan tarik material komposit.

g. H_0 : Tidak ada pengaruh interaksi faktor A, B, dan C terhadap kekuatan tarik komposit

H1: Ada pengaruh interaksi faktor A, B, dan C terhadap kuat kekuatan tarik komposit

Kesimpulan: $F_{hitung} < F_{tabel} (0,05;1;72)$; maka H_0 diterima yang artinya tidak ada pengaruh interaksi antara faktor Jenis perekat, faktor arah serat, dan faktor lama *pressing* terhadap kekuatan tarik material komposit.

Dari hasil pengujian hipotesa di atas diketahui bahwa faktor A, B, C, interaksi faktor AB, dan interaksi faktor BC memiliki nilai $F_{hitung} >$ dari $F_{tabel} (0,05;1;72)$ yang menandakan bahwa terdapat pengaruh yang cukup signifikan terhadap nilai kekuatan tarik material komposit. Sedangkan untuk interaksi faktor AC dan Interaksi ketiga faktor ABC memiliki nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ sehingga dapat disimpulkan bahwa dari keduanya tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekuatan tarik material komposit. Ditinjau dari persen kontribusinya faktor B memiliki persen kontribusi paling tinggi yaitu sebesar 63,84%, selanjutnya faktor C sebesar 21,45%, dan faktor A sebesar 10,98%. Sehingga dapat dikatakan bahwa faktor arah serat memiliki pengaruh paling signifikan terhadap nilai

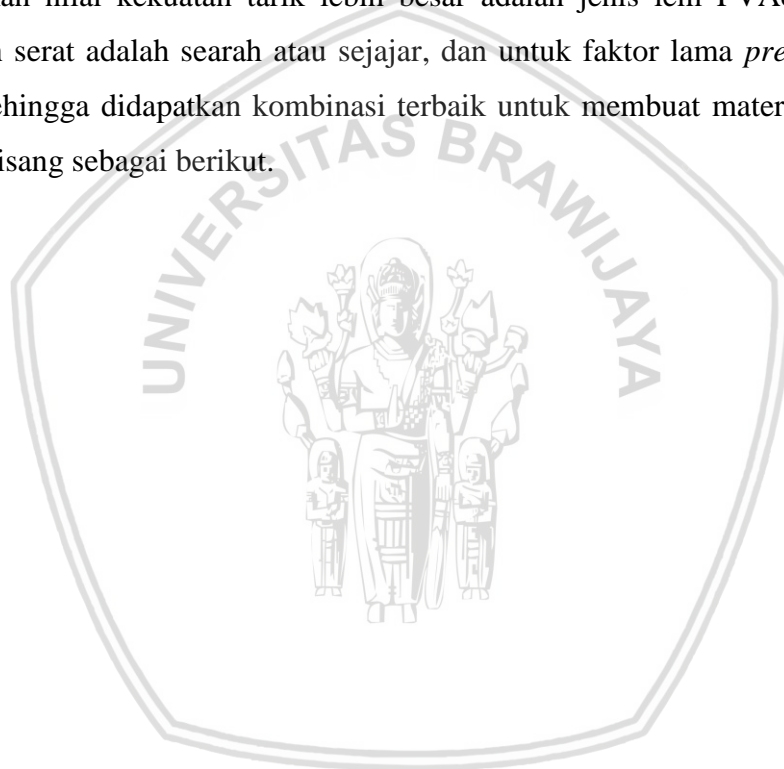
kekuatan tarik material komposit dibandingkan dengan faktor lainnya. Didapatkan kombinasi terbaik dari pembuatan komposit pelepah pisang seperti pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9

Setting Kombinasi Faktor Terbaik

| Faktor | Level Faktor | Keterangan |
|----------------------|--------------|---|
| Jenis perekat | 1 | Menggunakan perekat jenis PVAc |
| Arah serat | 1 | Arah serat antar lapisan dibuat menyilang |
| Lama <i>pressing</i> | 2 | Proses <i>pressing</i> dilakukan selama 1 jam |

Selanjutnya jika ditinjau dari rata-rata nilai kekuatan tarik material komposit pada Tabel 4.6, masing-masing faktor telah di rangking dan dilakukan perhitungan rata-rata nilai responnya untuk menemukan level yang lebih dominan. Untuk faktor jenis perekat level yang menghasilkan nilai kekuatan tarik lebih besar adalah jenis lem PVAc, sementara untuk faktor arah serat adalah searah atau sejajar, dan untuk faktor lama *pressing* adalah selama 1 jam. Sehingga didapatkan kombinasi terbaik untuk membuat material komposit limbah pelepah pisang sebagai berikut.



BAB V PENUTUP

Pada bab penutup akan dijelaskan tentang kesimpulan dan saran yang telah di ambil dari hasil penelitian pembuatan material komposit berbahan dasar pelepah pisang. Berikut adalah penjelasan mengenai hasil kesimpulan dan saran.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pengolahan data dengan metode desain faktorial 2^3 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan pengolahan data eksperimen dengan menggunakan metode desain faktorial 2^3 , hasil perhitungan ANOVA didapatkan hasil bahwa persen kontribusi terbesar pada rata – rata nilai respon adalah faktor B yaitu arah serat sebesar 57,55 %, selanjutnya faktor C yaitu lama *pressing* sebesar 19,34 %, dan terakhir faktor A yaitu jenis perekat sebesar 9,9 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik material komposit pelepah pisang adalah faktor Arah serat.
2. Faktor – faktor yang digunakan dalam eksperimen pembuatan material komposit berbahan dasar pelepah pisang diperoleh melalui observasi dan analisis referensi dalam pembuatan material komposit dan papan partikel sehingga didapatkan 3 jenis faktor yang berpengaruh yaitu faktor jenis perekat, faktor arah serat dan faktor lama proses *pressing*.
3. Melalui perhitungan Anova dan nilai rata – rata pada bab sebelumnya didapatkan *setting* kombinasi terbaik dari 3 faktor yang digunakan. Pertama pada faktor A yaitu Jenis perekat, digunakan perekat dengan jenis PVAc. Perhitungan rata – rata nilai respon (kekuatan tarik) menunjukkan jenis lem PVAc memiliki nilai rata – rata lebih besar yaitu 54,67 Mpa. Untuk faktor B yaitu faktor arah serat, *setting* level faktor yang lebih dominan terletak pada level 1 yaitu searah (sejajar) dengan nilai rata – rata sebesar 57,63 Mpa. Sementara untuk faktor C yaitu faktor lama *pressing*, didapatkan level 2 sebagai level yang paling optimal yaitu waktu proses *pressing* selama 1 jam dengan nilai respon rata - rata sebesar 55,50 Mpa.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian yang serupa sebaiknya ditambahkan faktor atau level faktor lain agar didapatkan kombinasi faktor yang lebih beragam.
2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan uji yang lebih beragam agar bisa didapatkan data yang lebih rinci mengenai kekuatan material komposit berbahan dasar pelepah pisang.



DAFTAR PUSTAKA

- Arifianto, Fachrun S., AF, M. Saleh, dan Anisa. 2014. Identifikasi Faktor Signifikan pada Rancangan Faktorial Fraksional 2^4 dan 2^5 . Jurnal matematika, statistika, dan komputasi. Vol 10. No 2. hlm: 92. Makassar: Jurusan Matematika FMIPA Universitas Hasanuddin.
- Altinok, M., Tas, H.H., & Çimen, M. 2009. Effects of Combined Usage of Traditional Glue Joint Methods in Box Construction on Strength of Furniture. Turkey: Elsevier. Material and desains. Vol. 30. September 2009. hlm: 61.
- ASTM D 638 – 03. 2004. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. hal: 4. United States: ASTM International.
- Aziz, Fahad. dkk. 2016. Study Sifat Mekanik Komposit Matrik Polyester Yang Diperkuat Serat Pohon Timah Dan Serbuk Timah. Vol 12. No 1. hlm: 22. Tegal: Fakultas teknik Universitas Pancasakti.
- Hafish, Maulana Abdul. 2016. Pengujian Kuat Lentur Papan Partikel Dari Limbah Kayu Dengan Metode Taguchi. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri. Vol 4. No 7. hlm: 46. Malang: Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya.
- Handani, Sri. & Ayu, Mega. 2012. Sifat Mekanik Papan Partikel Sekam Padi Dengan Resin Polyester Tak Jenuh (*Yukallac 157*). Jurnal Ilmu Fisika (Jif). Vol 4. No 1. hlm: 26. Padang: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas.
- Hardoyo, K.. 2008. Karakterisasi Sifat Mekanis Komposit Partikel SiO₂ dengan Matrik Resin Polyester. Tesis FMIPA. hlm: 2. Program Studi Ilmu Material. UI.
- Iskandar. Supriadi, Achmad. 2015. Karakteristik Papan Partikel Dari Bulu Domba. Serbuk Gergaji Dan Serutan Kayu Dengan Perekat Urea Formaldehida. Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa. Vol 5. No 1. hlm: 9. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Kurniawan, Cakra, Sugito, dan Yasin, Hasbi. 2014. Optimalisasi Jumlah Batu Bata Yang Pecah Menggunakan Desain Eksperimen Taguchi. Jurnal Gaussian. Vol 3. No 2. hlm: 205. Semarang: Jurusan Statistika FSM UNDIP.
- Muharom, Siswadi. 2015. Desain Eksperimen Taguchi Untuk Meningkatkan Kualitas Batu Bata Berbahan Baku Tanah Liat. Jemis. Vol 3. No 1. hlm: 43. Surabaya: Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Wijaya Putra.
- Muhdi. Rinasari. Putri. 2013. Studi Pembuatan Papan Partikel Dari Limbah Pemanenan Kayu Akasia. Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik. Vol 15. No 1. hlm: 14. Medan: Departemen Budidaya Pertanian Universitas Sumatra Utara.
- Nopriantina, Noni, dan Astuti. 2013. Pengaruh Ketebalan Serat Pelepah Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca*) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester-Serat Alam. Jurnal Fisika Unand. Vol 2. No 3. hlm: 195. Padang: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas.

- Nugroho, Eko, & Asroni. 2016. Pengaruh Komposisi *Resin* Terhadap Kekuatan Mekanik Papan Partikel Yang Diperkuat Serbuk Kayu Akasia. Volume 5. No 2. hlm: 101. Lampung: Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro.
- Nugroho, Yuliono Eko, dkk. 2013. Kuat Tarik Tali Berbahan Dasar Batang Pisang. Jurnal Fisika. Vol. 3. No. 1. Hlm: 99. Semarang: FMIPA Universtas Negeri Semarang.
- Nurdiana, dkk. 2013. Penentuan Kekuatan Tarik Material Komposit *Epoxy* dengan Pengisi Serat *Rockwool* Secara Eksperimen. Jurnal Dinamis. Volume 1. No 13. hlm: 54. Medan: Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi.
- Panglevie, Rizal, dkk. 2015. Pemodelan Pengaruh Arah Serat Terhadap Kekuatan Impak Balistik Komposit E-Glass/Isophthalic Polyester. SENAMM VIII. hlm: 193. Surabaya: Jurusan Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Rahbini, dkk. 2017. Analisis Campuran Serat Pelepah Tangkai Pisang Kepok Dengan Resin Katalis Terhadap Kekuatan Tarik. Jurnal Teknologi Terapan. Vol. 3. No. 2. Hlm: 20. Malang: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang.
- Rindrawan, Felicitas N.F., 2016. Karakteristik Kekuatan Komposit Serabut Kelapa Dengan Variasi Arah Serat. Tesis ini tidk dipublikasikan. hlm: 16. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Salomon, L.L., Kosasih Wilson, dan Angkasa S.O. 2015. Perancangan Eksperimen untuk Meningkatkan Kualitas Ketangguhan Material dengan Pendekatan Analisis General Factorial Design (Studi Kasus: Produk Solid Surface). Jurnal Rekayasa Sistem Industri Vol 4. No1. hlm: 21. Jakarta: Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara
- Setiajit, Bayu Sahid, Raharjo W. W., dan Sukanto Heru. 2016. Pengaruh waktu pengepresan terhadap sifat mekanik komposit kenaf / *polypropylene*. Jurnal Teknik Mesin Indonesia. Vol 11. No 2. hlm: 89. Surakarta: Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret.
- Setyanto, R. Hari, Priyadithama, Ilham, Dan Maryani. 2011. Pengaruh Factor Jenis Kertas, Jenis Perekat Dan Kerapatan Komposit Terhadap Kekuatan Impak Pada Komposit Panel Serap Bising Berbahan Dasar Limbah Kertas. Jurnal Mekanika. Vol 10. No 1. hlm: 18. Solo: Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Siska, Merry dan Salam, Rudy. 2012. Desain Eksperimen Pengaruh Zeolit Terhadap Penurunan Limbah Kadmium (Cd). Jurnal Ilmiah Teknik Industri. Vol 11. No 2. Hlm: 173. Pekanbaru: Jurusan Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Syarif Kasim.
- Sriyanti, Ida, & Marlina, Leni. (2014). Pengaruh *Polyvinyl Acetate (Pvac)* Terhadap Kuat Tekan Material Nanokomposit Dari Tandan Kelapa Sawit. Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika. Vol 1. No 1. hlm: 70. Proram Studi Pendidikan Fisika FKIP Unsri.
- Standar Nasional Indonesia 03-2105-2006. 2007. *Papan Partikel*. Bogor: Standar Nasional Indonesia.

Sudjana. 1995. Desain Dan Analisis Eksperimen Edisi IV. hlm: 109. Bandung: Pt Tarsito.

Sugiyono. 2011. Metode Penelitian Administrasi. hlm: 72. Bandung: Alfabeta.

Utama, Firman Y., Zakiyya, Hanna. 2016. Pengaruh Variasi Arah Serat Komposit Berpenguat Hibrida Fiberhybrid Terhadap Kekuatan Tarik Dan Densitas Material Dalam Aplikasi Body Part Mobil. Mekanika. Vol 15. No 2. hlm: 61. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

Wuriyudani, Hasri Arlin. 2017. Pemanfaatan Serat Pelepah Pisang Sebagai Tali Tahan Air. Prosiding Seminar Nasional Fisika SNF2017. hlm: 94. Semarang: Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang.

Zuriah, Nurul. 2006. Metodologi Penelitian Sosial dan Pendidikan. hlm: 57. Jakarta: Bumi Aksara





Halaman ini sengaja dikosongkan

