

PEMANFAATAN UMBI GADUNG SEBAGAI BAHAN BAKU PEREKAT

Linda Rusli¹⁾, Chindy Amelia¹⁾, Felycia Edi Soetaredjo²⁾, Nani Indraswati²⁾
Email: fely@mail.wima.ac.id

ABSTRAK

Dalam industri perekat, polimer sintetik banyak digunakan sebagai bahan dasar perekat. Walaupun karakteristik perekat dari polimer sintetik dalam berbagai hal lebih unggul daripada pati, tetapi masih banyak pertimbangan untuk tetap menggunakan bahan perekat yang berbahan dasar pati. Pati sebagai produk alami mudah diperbaharui, dapat didegradasi, tidak beracun dan ramah lingkungan. Oleh sebab itu, dalam beberapa kasus pati dapat menggantikan bahan perekat sintetik, misalnya pada kemasan produk makanan.

Tujuan penelitian adalah mempelajari pengaruh jumlah air, NaOH dan ZnCl₂ terhadap viskositas perekat dan jenis substrat terhadap daya rekat dari produk perekat.

Pembuatan perekat dilakukan dengan memanaskan campuran pati, ZnCl₂ dan air kemudian ditambahkan NaOH dan formaldehid dan diaduk. Selanjutnya dilakukan uji perekat yang meliputi viskositas, tack dan kekuatan tarik pada substrat kertas-kertas, kertas-karton, dan kertas-gelas.

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa: 1) Semakin banyak jumlah air, maka viskositas perekat semakin encer; 2) Pengaruh jumlah NaOH dan ZnCl₂ terhadap viskositas tidak menunjukkan pola yang konsisten; 3) Tack untuk substrat kertas-kertas lebih besar dibandingkan kertas-karton dan kertas-gelas. Tack untuk substrat kertas-karton dan kertas-gelas hampir sama nilainya; 4) Kekuatan tarik perekat untuk substrat kertas-kertas > kertas karton > kertas-gelas.

Kata kunci : perekat pati, umbi gadung, tack, kekuatan tarik

PENDAHULUAN

Pemanfaatan pati sebagai bahan baku perekat telah lama dikenal. Perekat pati memiliki peranan penting di berbagai bidang industri, misalnya industri pembuatan amplop, proses perekatan label dan terutama pada industri pengemasan. Pati biasanya digunakan sebagai bahan dasar perekat kertas, karton, dan gelas. Salah satu aplikasi perekat yang paling banyak saat ini adalah untuk proses perekatan label yang mencapai sekitar 50% dan 90%-nya digunakan untuk perekat label dalam industri makanan^[1].

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan suatu formula bahan perekat yang diharapkan dapat lebih ramah lingkungan serta lebih ekonomis agar dapat digunakan secara luas dan tidak membahayakan bagi kesehatan^[2]. Polimer sintetik dapat dimanfaatkan sebagai perekat yang mempunyai daya rekat tinggi. Akan tetapi, perekat dari polimer sintetik tersebut sulit didegradasi dan mengandung bahan kimia yang membahayakan kesehatan. Untuk mengatasi masalah itu, banyak dilakukan penelitian mengenai perekat yang berasal dari bahan alami dan bersifat ramah lingkungan, salah satunya adalah pati.

Perekat pati masih terus dikembangkan karena: (1) perekat dari bahan dasar pati mempunyai kekuatan rekat cukup baik dan dapat dibuat dengan cara sederhana, (2) pati merupakan bahan baku yang bisa diperbaharui, sehingga ketersediaannya terjamin, (3) sebagai produk alami, pati mempunyai sifat mudah didegradasi, sehingga banyak digunakan untuk menggantikan perekat sintetik terutama di industri makanan^[2].

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh jumlah air, larutan NaOH dan ZnCl₂ terhadap viskositas perekat. Selain itu, juga mempelajari pengaruh jenis substrat terhadap daya rekat perekat (*tack* dan kekuatan tarik).

TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman penghasil pati sangat beragam, tetapi kebanyakan pemanfaatannya terbatas hanya sebagai bahan makanan. Umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) merupakan salah satu tanaman yang mengandung pati sekitar 20 %, tetapi juga mengandung racun sianida yang terdapat secara alamiah di dalam tanaman tersebut^[3]. Umbi gadung ini banyak ditemukan di daerah Jawa, Bali, Sumatra, dan Nusa

¹⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

tenggara. Untuk pemanfaatan sebagai bahan makanan, umbi gadung perlu diolah terlebih dahulu untuk menghilangkan kandungan kadar asam sianida. Dewasa ini, jarang ada yang mengolah gadung sebagai bahan makanan selain sebagai keripik. Banyak penelitian mengenai perekat dengan bahan dasar pati telah dilakukan diantaranya pati jagung, pati kentang, dan pati ketela^[4]. Namun, belum ada penelitian yang menggunakan umbi gadung sebagai bahan dasar dari perekat. Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan dicoba untuk menggunakan pati umbi gadung sebagai bahan dasar perekat. Pemanfaatan umbi gadung sebagai bahan perekat diharapkan akan meningkatkan nilai tambah dari umbi gadung itu sendiri.

Pada penelitian ini perekat dibuat dengan cara gelatinisasi pati menggunakan pemanasan, penambahan zat kimia dan pengadukan. Gelatinisasi pati perlu dilakukan untuk mendapatkan sifat-sifat sebagai perekat pati. Pati yang tidak mengalami gelatinisasi tidak dapat melekat pada substrat karena terdapat ikatan yang kuat antara molekul-molekul dalam granula pati yang tidak tergelatinisasi. Untuk melepaskan ikatan tersebut, molekul-molekul pati harus dihidrasi dengan cara memberikan energi termal atau zat kimia ke dalam *slurry* pati^[5]. Zat kimia yang dipakai pada penelitian ini adalah $ZnCl_2$ dan larutan $NaOH$ yang berfungsi melarutkan pati^[6]. Bila *slurry* pati dipanaskan, ikatan intermolekuler terputus dan interaksinya dengan molekul air meningkat, sehingga granula pati mengembang (*swelling*) dan terbentuk pasta pati yang kental^[7]. Pada saat pemanasan diteruskan, maka akan semakin banyak granula pati yang mengembang dan lama kelamaan granula pecah sehingga mengakibatkan viskositas pasta pati menurun^[8].

Suhu gelatinisasi dan kecepatan gelatinisasi bisa bervariasi dengan penambahan elektrolit^[9]. Suhu gelatinisasi adalah suhu saat semua kristal pati menghilang atau terbentuk gel. Jika suhu dinaikkan, molekul dalam pati bergetar cepat sehingga ikatan antar molekul pecah. Dengan demikian akan meningkatkan interaksi antara molekul pati dengan molekul air. Air yang menyatu dengan molekul pati serta diikuti dengan kenaikan pemisahan rantai pati akan menurunkan tingkat kekristalan dari

granula pati^[10]. Kisaran suhu gelatinisasi tersebut mulai granula pati mengembang sampai hampir semua atau 100% granula pati membentuk gel. Penambahan natrium hidroksida dapat menurunkan suhu gelatinisasi dan melarutkan amilosa dalam pati^[11] serta mungkin merusak ikatan hidrogen antar molekul granula pati^[12].

Penambahan formaldehid ke dalam perekat bertujuan untuk meningkatkan ketahanannya terhadap air. Formaldehid dalam jumlah kecil dapat ditambahkan sebagai inhibitor jamur dan *cross linking agent*^[13]. Selain formaldehid, sodium fluorida juga dapat digunakan sebagai bahan pengawet dan mencegah aktivitas mikroba^[11]. Disamping itu, seng klorida dapat berfungsi untuk melarutkan pati^[6].

Tack adalah kemampuan perekat untuk segera membentuk ikatan dengan substrat menggunakan tekanan kontak yang ringan. *Tack* tergantung dari sifat dari kedua permukaan yang direkatkan, tekanan kontak, waktu kontak, kecepatan pemisahan permukaan, kondisi lingkungan dan kekakuan mekanis sistem. Faktor-faktor ini menyebabkan kombinasi kompleks dalam uji *tack* yang sederhana^[14]. Alat untuk uji *tack* disajikan pada Gambar 1.

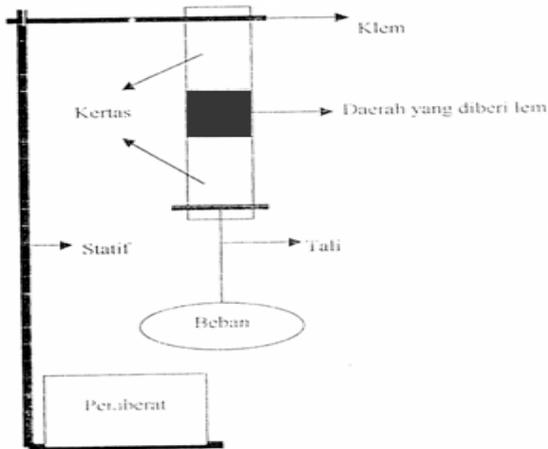


Gambar 1. Alat untuk uji *tack*

Uji tarik kekuatan perekat ialah uji yang paling umum dilakukan untuk menguji kualitas perekat. Dalam uji tarik, sebuah bahan dikenakan beban yang secara berangsur-angsur bertambah besar. Uji tarik dapat digunakan untuk material seperti karet, plastik, ataupun gelas. Metode uji ini adalah dengan merekatkan ujung suatu substrat ke ujung substrat lainnya, kemudian kedua ujung yang tidak diberi perekat masing-masing diberi beban sampai substrat rusak (tidak melekat pada substrat yang lain)^[7]. Alat untuk uji kekuatan tarik dari perekat disajikan pada Gambar 2.

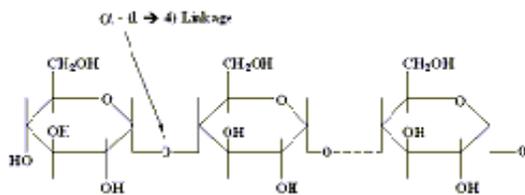
Pati ialah karbohidrat penyimpan energi dalam tumbuhan seperti biji-bijian, kentang,

jagung, dan beras. Pati tersusun dari unit-unit glukosa yang tergabung terutama lewat ikatan 1,4- α -glikosidik, meskipun rantainya dapat mempunyai sejumlah cabang yang melekat lewat ikatan 1,6- α -glikosidik. Pati dapat dipisahkan dengan berbagai teknik menjadi dua fraksi, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa dan amilopektin mempunyai sifat alami yang berbeda. Amilosa mempunyai berat molekul lebih kecil dan membentuk rantai linear yang panjang. Sebaliknya, amilopektin mempunyai bentuk molekul yang sangat besar dan padat^[15].



Gambar 2. Alat uji kekuatan tarik perekat

Amilosa merupakan komponen penyusun pati dengan kadar sekitar 20-30% dan terdiri dari 50-300 unit glukosa yang membentuk rantai yang sinambung, dengan ikatan-1,4 sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Molekul amilosa

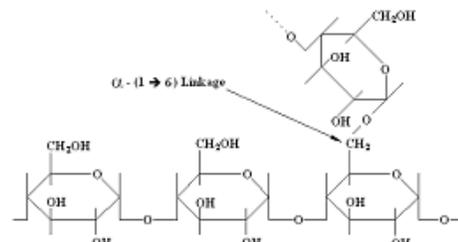
Fraksi amilosa dalam pati memberikan kontribusi dalam karakteristik gel pada pemasakan atau pendinginan campuran pati^[16].

Amilosa dapat dipisahkan dari dispersi pati dalam air dengan gelatinisasi dan pencampuran larutan pati panas dengan butanol sebagai bahan pengompleks. Pada saat pendinginan terbentuk kristal kompleks amilosa-butanol yang kemudian dipisahkan

dengan cara sentrifugasi. Pemisahan dengan cara rekristalisasi kompleks amilosa-butanol akan menghasilkan amilosa murni^[18].

Amilosa dapat dilarutkan dalam air dengan penambahan basa kuat, formaldehid, atau dengan pemanasan dalam air pada suhu 150-160°C pada tekanan lebih daripada satu atmosfer. Pada saat pendinginan atau netralisasi, dispersi amilosa dengan konsentrasi lebih besar daripada 2% akan membentuk gel dan pada konsentrasi kurang dari 2% amilosa akan mengendap. Fraksi amilosa tidak dapat benar-benar terlarut dalam air dan pada waktu tertentu akan membentuk kumpulan kristal dengan ikatan hidrogen. Proses ini dikenal dengan nama *retrogradation* atau *set back*^[11].

Komponen lain yang menyusun pati adalah amilopektin, yang mempunyai banyak cabang sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Meskipun setiap molekul amilopektin dapat mengandung 300 sampai 5000 unit glukosa, akan tetapi rantai dengan ikatan α -(1,4) yang berurutan hanya terdiri dari 25 sampai 30 unit glukosa saja. Rantai ini dihubungkan pada titik cabang lewat ikatan α -(1,6). Oleh karena strukturnya yang sangat bercabang ini, granula pati mengembang dan akhirnya membentuk sistem koloid dalam air^[17].



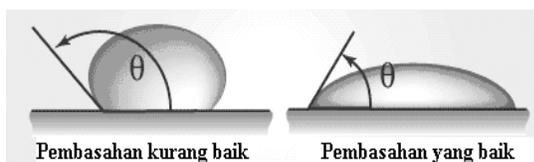
Gambar 4. Molekul amilopektin

Amilosa yang mempunyai rantai linier yang lebih panjang daripada amilopektin mempunyai kemampuan berasosiasi kembali lebih cepat untuk membentuk kristal yang stabil dibandingkan amilopektin. Retrogradasi amilopektin terjadi pada suhu -28°C pada waktu penyimpanan selama beberapa minggu^[19].

Pati yang tersuspensi dalam air dingin tidak dapat bertindak sebagai perekat karena fraksi amilosa terikat kuat dalam bentuk kristal. Fraksi amilosa ini harus dipecah saat pemrosesan supaya diperoleh daya rekat^[10].

Oleh karena, amilosa berupa rantai dengan ikatan linear dan membentuk lapisan kuat, sedangkan amilopektin mempunyai struktur bercabang dan membentuk lapisan lemah, maka diasumsikan bahwa komponen amilosa berpengaruh kuat terhadap aksi perekatan^[4].

Besarnya kekuatan perekat yang terjadi baik secara mekanis maupun kimia antara perekat dengan permukaan substrat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu 1). Pembasahan permukaan. Untuk memperoleh aksi perekatan antara perekat dan substrat, perekat harus membasahi substrat dahulu. Dengan kata lain, perekat yang diaplikasikan harus berbentuk cair, misalnya larutan atau suspensi. Ukuran kemampuan perekatan pada permukaan ini adalah sudut kontak (θ) antara tetesan cairan dengan permukaan yang datar sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5. Suatu cairan dapat membasahi suatu padatan atau cairan lain jika cairan tersebut dapat menyebar diatas *interface* sehingga memberikan sudut kontak nol. Pembasahan yang baik terjadi bila sudut kontak (θ) antara perekat dengan substrat kurang daripada 90° serta bila gaya tarik antara molekul cair dengan padat lebih besar daripada daya tarik antar sesama molekul cair.



Gambar 5. Sifat pembasahan berdasarkan sudut kontak

Luas kontak yang terbentuk selama pembasahan bergantung pada tegangan permukaan, viskositas perekat, dan struktur (bentuk dan ukuran pori) permukaan. Luas permukaan efektif biasanya lebih kecil daripada luas permukaan substrat yang sebenarnya. Hal ini disebabkan karena pori-pori dan bagian substrat yang tidak rata dan tidak sepenuhnya terisi perekat.

Tekanan yang diaplikasikan pada saat perekatan substrat juga dapat meningkatkan perekatan. Pada umumnya ikatan yang terbentuk karena adanya penekanan mempunyai kekuatan rekat lebih tinggi. Tekanan

menyebabkan pembasahan lebih baik sehingga perekat lebih banyak mengisi pori-pori substrat.

Semakin rendah viskositas perekat maka semakin mudah perekat membasahi substrat. Dengan demikian sifat reologi perekat tersebut harus disesuaikan dengan kondisi pengaplikasian (permukaan substrat, waktu perekatan, tekanan, dan suhu). 2) Struktur perekat dan substrat. Struktur substrat sangat menentukan kualitas perekatan. Bahan berpori seperti kayu, kertas, dan kain akan mengadsorpsi perekat dengan viskositas rendah. Molekul perekat diadsorpsi dari larutan atau suspensi perekat. Oleh karena adanya evaporasi pelarut, selanjutnya sebagian besar molekul perekat akan diadsorpsi pada permukaan. Struktur molekul perekat menentukan gaya kohesi. Gaya kohesi adalah gaya rekat antara molekul-molekul perekat. Faktor prinsip yang mempengaruhi kohesi adalah berat molekul dan polaritas^[13].

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, pati umbi gadung dimanfaatkan sebagai bahan baku perekat. Pembuatan perekat dilakukan dengan memanaskan campuran pati, seng klorida, dan air. Kemudian ditambahkan larutan natrium hidroksida dan formaldehid dan diaduk. Selanjutnya perekat diuji viskositas dan daya rekat (*tack* dan kekuatan tarik) pada substrat kertas-kertas, kertas-karton dan kertas-gelas.

Pada penelitian ini terdapat 2 variabel yaitu variabel tetap dan variabel berubah. Variabel tetap meliputi : berat pati sebanyak 30 gram, konsentrasi larutan NaOH adalah 30%, volume formaldehid adalah 1,23 ml, suhu pemanasan pada 85°C , waktu pemanasan selama 1 jam, waktu pengadukan selama 15 menit. Variabel berubah meliputi, perbandingan berat pati/volume air yaitu 1:8, 1:11 dan 1:14; perbandingan berat pati/larutan NaOH yaitu 96:1, 80:1 dan 64:1; perbandingan berat pati/ ZnCl_2 yaitu 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 dan 6:1.

Rancangan penelitian terdiri dari 2 tahap yaitu persiapan pati umbi gadung dan pembuatan perekat dari pati umbi gadung. Pada tahap persiapan pati umbi gadung, umbi gadung dipotong-potong kemudian diblender. *Slurry* umbi gadung yang diperoleh lalu disaring dengan kain saring untuk mendapatkan pati

umbi gadung yang terdapat dalam filtrat, sedangkan ampas hasil penyaringan dibuang. Filtrat umbi gadung didiamkan selama 24 jam untuk memisahkan cairan dengan pati. Setelah itu, pati dipisahkan dari cairan dan dikeringkan sampai beratnya konstan di dalam oven pada suhu 50°C. Tahap pembuatan perekat dilakukan dengan cara mencampur pati sebanyak 30 gram dengan ZnCl₂ dan air dengan perbandingan tertentu kemudian dipanaskan dan dijaga konstan pada suhu 85°C selama 1 jam. Setelah 1 jam, pemanasan dihentikan dan ditambahkan larutan NaOH dan formaldehid ke dalam campuran dan diaduk selama 15 menit sampai homogen. Perekat yang dihasilkan didiamkan sampai suhunya mencapai 40°C. Selanjutnya dilakukan uji viskositas perekat dengan Viscosimeter Brookfield. Perekat dibiarkan 2 hari kemudian dilakukan uji *tack* dan kekuatan tarik untuk substrat kertas-kertas, kertas-karton dan kertas-gelas.

Uji *tack* dilakukan dengan langkah-langkah seperti berikut ini. Sepotong substrat (bahan yang akan diuji) dengan ukuran 20 cm x 2 cm dibagi menjadi beberapa bagian yang masing-masing berukuran 5 cm x 5 cm. Setiap bagian diberi nomor secara berurutan 1, 2, 3 dan seterusnya dalam satuan menit. Bahan perekat yang akan diuji dioleskan pada kertas tersebut menggunakan sebuah papan tipis berukuran kecil agar bahan perekat dapat teroles merata pada permukaan substrat. Substrat yang telah diolesi bahan perekat tadi segera direkatkan pada substrat yang lain, kemudian ditekan secara perlahan-lahan. Setelah 1 menit pertama, bagian kertas yang bernomor 1 ditarik didapatkan kerusakan pada serat substrat. Setiap selang waktu 1 menit, langkah yang sama diulang untuk bagian kertas nomor 2, 3 dan seterusnya. Metode uji *tack* dapat dilihat pada Gambar 1. Nilai *tack* dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Tack = \frac{1}{\text{waktu (substrat rusak)}} (\text{menit}^{-1}) \quad (1)$$

Uji kekuatan tarik perekat dilakukan dengan cara sebagai berikut. Substrat (bahan yang akan diuji) dipotong dengan ukuran 5 cm x 5 cm sebanyak 2 buah. Salah satu sisi dari kedua substrat diberi perekat. Permukaan kedua

substrat (seluas 5 cm x 1 cm) yang telah diberi perekat direkatkan dan dibiarkan sampai perekat mengering selama 1 jam. Permukaan substrat yang tidak diolesi perekat dijepit dengan penjepit dan pada permukaan substrat lainnya dijepitkan tali. Pada tali digantungkan beban. Beban diperbesar hingga perekat tidak dapat menahannya. Beban ditimbang beratnya. Besarnya nilai kekuatan tarik dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$\text{Kekuatan tarik} = \frac{\text{massa beban}}{\text{luas bidang perekatan}} \times \text{percepatan gravitasi} \quad (2)$$

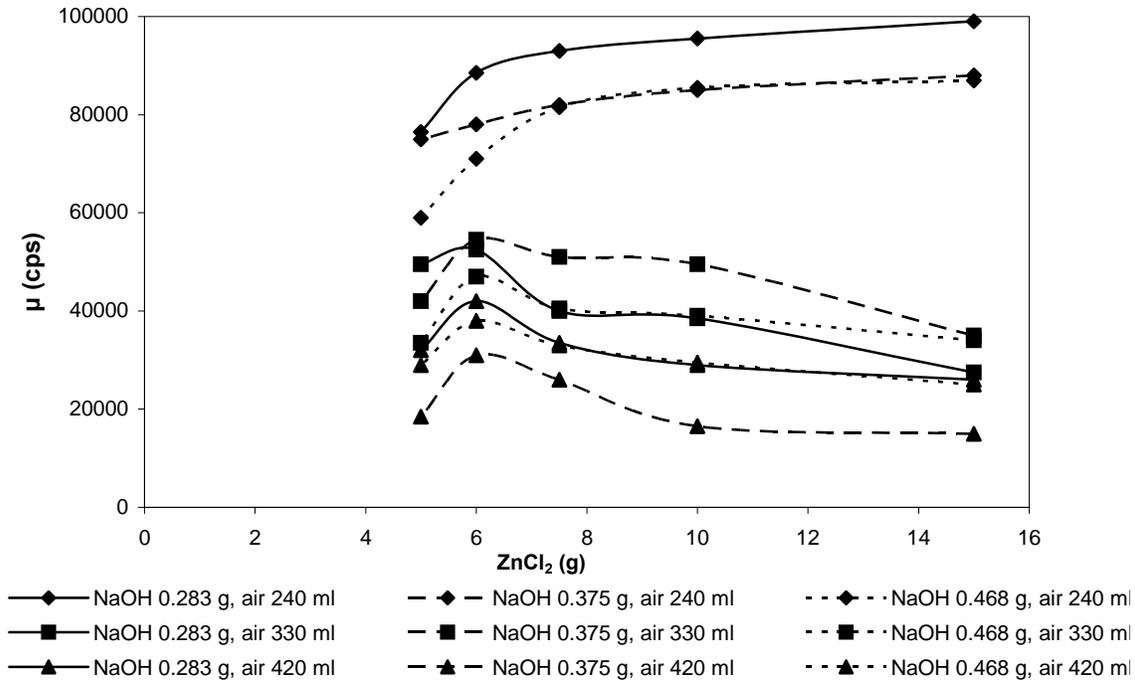
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil uji viskositas perekat dengan berbagai variasi jumlah air, larutan NaOH dan massa ZnCl₂ disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 6.

Ketiga pada Gambar 6 menunjukkan viskositas perekat dengan 3 macam variasi volume air, yaitu 240, 330 dan 420 ml terlihat bahwa viskositas perekat berkurang seiring dengan bertambahnya volume air.

Hal ini disebabkan dengan volume air yang semakin banyak, konsentrasi pati dalam suspensi semakin kecil karena adanya pengenceran sehingga pasta pati yang dihasilkan juga semakin encer.

Pada Gambar 6 juga ditunjukkan pengaruh variasi ZnCl₂ terhadap viskositas perekat dengan berbagai variasi air. Untuk perekat dengan volume air 240 ml, viskositas perekat terus meningkat karena bertambahnya jumlah ZnCl₂. Semakin banyak jumlah ZnCl₂ yang ditambahkan ke dalam suspensi pati maka semakin banyak pula granula pati yang larut dalam air. Seng klorida mempunyai sifat dapat meningkatkan kelarutan pati dengan cara memecah ikatan antara sesama granula pati sehingga granula pati lebih mudah berinteraksi dengan air, sedangkan pada perekat dengan volume air 330 dan 420 ml dan berat ZnCl₂ berkisar 5-6 gram terlihat bahwa viskositas perekat meningkat, namun viskositas perekat akan berkurang dengan penambahan ZnCl₂ lebih lanjut. Hal ini memperlihatkan bahwa



Gambar 6. Hubungan viskositas perekat dengan variasi jumlah NaOH dan air

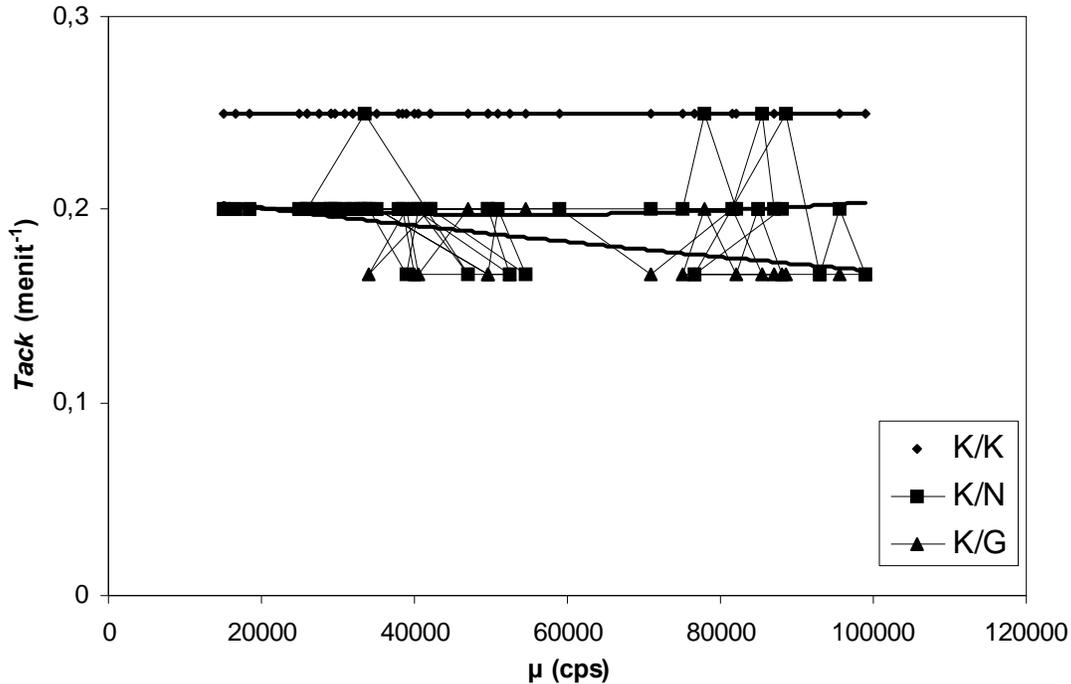
dalam kisaran variabel yang diteliti pengaruh air terhadap viskositas perekat lebih dominan daripada $ZnCl_2$.

Variasi jumlah NaOH menunjukkan pengaruh yang berbeda-beda untuk setiap variasi volume air. Pada perekat dengan volume air 240 ml, semakin banyak berat larutan NaOH, viskositas perekat cenderung berkurang. Hal ini dapat disebabkan pada penambahan NaOH yang semakin banyak, granula pati lebih cepat mengembang. Granula pati yang mengembang mudah pecah dan terdisintegrasi dengan adanya pengadukan sehingga viskositas menjadi berkurang^[10]. Pada perekat dengan volume air 330 ml, viskositas perekat meningkat untuk penambahan NaOH dengan berat 0,283 sampai 0,375 gram kemudian berkurang untuk penambahan berat NaOH 0,14 gram. Sebaliknya, untuk jumlah air 420 ml, viskositas perekat berkurang bila penambahan berat NaOH ditingkatkan dari 0,283 sampai 0,375 gram kemudian meningkat bila penambahan berat NaOH ditingkatkan sampai 0,468 gram.

Pada Gambar 7 terlihat hubungan antara viskositas perekat dengan *tack* untuk perekatan substrat kertas-kertas (K/K), kertas-karton (K/N) dan kertas-gelas (K/G).

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan komposisi perekat (air, $ZnCl_2$ dan larutan NaOH) yang berbeda tidak menunjukkan perbedaan nilai *tack* yang berarti sehingga dapat dikatakan bahwa *tack* relatif tidak dipengaruhi oleh komposisi perekat tetapi lebih dipengaruhi oleh jenis substrat yang digunakan (kertas-kertas, kertas-karton, atau kertas-gelas). *Tack* untuk kertas-kertas sedikit lebih besar bila dibandingkan dengan *tack* untuk kertas-karton dan kertas-gelas. Nilai *tack* yang lebih besar menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menempel semakin cepat. Pada penelitian yang dilakukan Emengo^[4] untuk perekat pati dari ketela dan jagung juga diperoleh bahwa nilai *tack* tertinggi dimiliki oleh substrat kertas-kertas, kemudian diikuti oleh kertas-karton, dan kertas-gelas[4].

Hal ini disebabkan oleh perbedaan kemampuan pembasahan perekat pada permukaan substrat dan struktur (bentuk dan ukuran pori) substrat. Untuk mendapatkan kemampuan perekatan antara perekat dengan substrat, pertama kali perekat harus membasahi permukaan substrat. Pembasahan yang baik terjadi saat daya tarik menarik antara molekul perekat dan substrat lebih besar daripada daya tarik-menarik antara sesama molekul perekat.



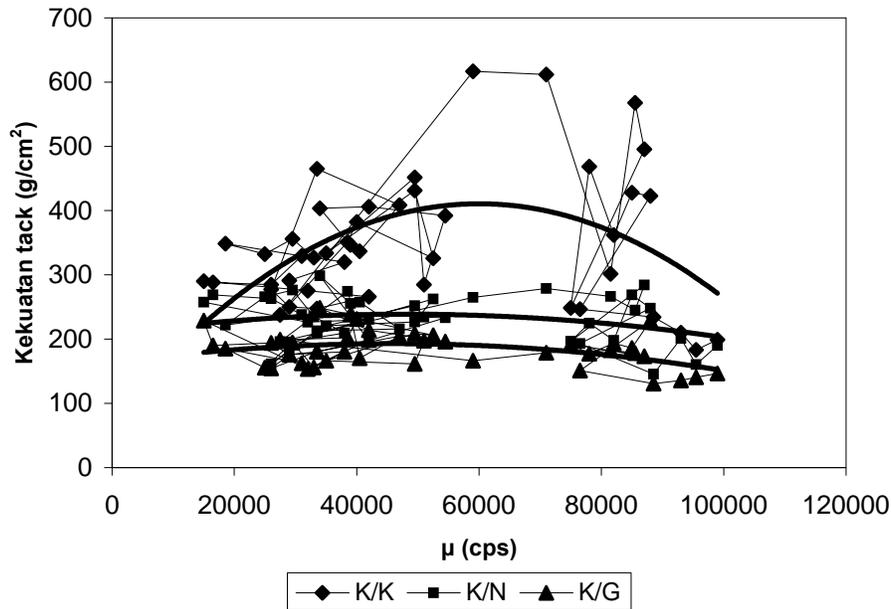
Gambar 7. Hubungan antara viskositas perekat dengan *tack*

Terjadinya pembasahan oleh molekul perekat sangat bergantung pada energi permukaan kedua bahan (perekat dan substrat). Substrat yang mempunyai energi permukaan lebih kecil mempunyai kemampuan perekatan yang lebih baik karena perekat dapat membasahi substrat dengan lebih baik^[20]. Energi permukaan substrat yang semakin besar menyebabkan perekat semakin sulit membentuk ikatan dengan substrat karena perekat sulit membasahi substrat. Energi permukaan tertinggi dimiliki oleh gelas kemudian diikuti oleh karton dan kertas^[4].

Disamping itu, semakin besar ukuran pori substrat maka semakin mudah bagi perekat untuk masuk ke dalam pori-pori dan membentuk ikatan dengan substrat. Pada umumnya kertas mempunyai ukuran pori sekitar 4,2 μm yang lebih besar bila dibandingkan dengan karton, yaitu 4 μm^[21] maupun gelas, yaitu 55 nm^[22].

Pada Gambar 7 juga terlihat bahwa viskositas tidak berpengaruh pada nilai *tack*

untuk kertas-kertas dan kertas-karton karena ukuran pori kertas dan karton yang relatif besar dibandingkan gelas sehingga perekat mudah masuk dan membasahi substrat kertas dan karton. Gelas mempunyai ukuran pori yang sangat kecil sehingga viskositas sangat berpengaruh terhadap *tack* pada substrat kertas-gelas. Semakin kecil viskositasnya, maka perekat semakin mudah membasahi substrat sehingga menghasilkan nilai *tack* semakin tinggi, yang berarti waktu yang dibutuhkan untuk menempel semakin cepat^[14]. Hal ini disebabkan karena molekul perekat makin mudah menyebar secara merata ke seluruh bidang perekatan dan berdifusi ke dalam pori-pori permukaan bahan yang akan direkatkan untuk membentuk ikatan adhesi antara perekat dengan bahan yang akan direkatkan^[23]. Selain itu, perekat yang viskositasnya lebih encer memiliki molekul polimer lebih kecil^[4] sehingga molekul perekat mudah masuk ke dalam pori-pori gelas yang relatif sangat kecil.



Gambar 8. Hubungan antara viskositas dengan kekuatan tarik

Pada Gambar 8 disajikan hubungan antara viskositas perekat dengan kekuatan tarik untuk perekatan substrat kertas-kertas, kertas-karton dan kertas-gelas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik perekat untuk substrat kertas-kertas (K/K) lebih besar daripada kertas-karton (K/N) dan kertas-gelas (K/G). Kekuatan tarik kertas-kertas dipengaruhi oleh viskositas perekat tetapi pada kertas-karton dan kertas-gelas dapat dikatakan pengaruh viskositas terhadap kekuatan tarik relatif kecil.

Kekuatan tarik kertas-kertas dipengaruhi oleh viskositas perekat tetapi pada kertas-karton dan kertas-gelas dapat dikatakan pengaruh viskositas terhadap kekuatan tarik relatif kecil.

Pada substrat kertas-kertas, kekuatan tarik meningkat dengan kenaikan viskositas dalam kisaran 20.000–60.000 cps, sedangkan pada viskositas lebih besar daripada 60.000 cps terlihat kekuatan tarik menurun. Kekuatan tarik antara perekat dengan substrat sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang mempengaruhi proses perekatan, yaitu viskositas perekat, pembasahan permukaan substrat dan struktur permukaan substrat. Substrat berpori seperti substrat akan mengabsorpsi perekat dengan viskositas

kecil^[13]. Tetapi, pada perekat yang viskositasnya encer, konsentrasi pati dalam perekat rendah sehingga jumlah molekul pati yang berikatan dengan substrat lebih sedikit dan menyebabkan kekuatan tarik lemah. Sedangkan pada viskositas lebih besar, perekat memiliki energi permukaan tinggi sehingga sulit membasahi dan masuk ke dalam pori-pori kertas sehingga ikatan yang terbentuk dengan kertas kurang kuat yang mengakibatkan kekuatan tarik yang terbentuk juga lemah. Untuk mendapatkan kemampuan perekatan antara perekat dengan substrat, pertama kali perekat harus membasahi permukaan substrat.

Pembasahan yang baik terjadi saat daya tarik menarik antara molekul perekat dan substrat lebih besar daripada daya tarik-menarik antara sesama molekul perekat. Terjadinya pembasahan oleh molekul perekat sangat bergantung pada energi permukaan kedua bahan (perekat dan substrat). Substrat yang mempunyai energi permukaan lebih kecil mempunyai kemampuan perekatan yang lebih baik karena perekat dapat membasahi substrat dengan lebih baik^[8]. Energi permukaan substrat yang semakin besar menyebabkan perekat semakin sulit membentuk ikatan dengan

substrat karena perekat sulit membasahi substrat. Energi permukaan tertinggi dimiliki oleh gelas kemudian diikuti oleh karton dan kertas [4]. Permukaan kontak yang terbentuk selama pembasahan antara perekat dengan substrat juga bergantung pada struktur (bentuk dan ukuran pori) substrat. Perekat dapat lebih mudah membasahi dan masuk ke dalam pori yang berukuran lebih besar untuk membentuk ikatan dengan substrat. Semakin besar ukuran pori substrat maka semakin mudah bagi perekat untuk masuk ke dalam pori-pori dan membentuk ikatan dengan substrat. Pada umumnya kertas mempunyai ukuran pori sekitar $4,2 \mu\text{m}$ yang lebih besar bila dibandingkan dengan karton, yaitu $4 \mu\text{m}$ ^[21] maupun gelas, yaitu 55 nm ^[22].

KESIMPULAN

Dari hasil pembuatan perekat dari pati umbi gadung dengan kisaran komposisi yang dilakukan pada penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: 1). Semakin banyak jumlah air maka viskositas perekat semakin encer; 2). Pengaruh berat NaOH dan ZnCl_2 yang ditambahkan terhadap viskositas tidak menunjukkan pola kecenderungan yang konsisten, tetapi tergantung pada berat air yang digunakan; 3). *Tack* untuk substrat kertas-kertas lebih besar dibandingkan kertas-karton dan kertas-gelas. *Tack* untuk substrat kertas-karton dan kertas-gelas hampir sama nilainya; 4). Kekuatan tarik perekat berturut-turut untuk substrat kertas-kertas > kertas karton > kertas-gelas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Forsyth, R.S., *Natural-Based Adhesives for Packaging and Converting*, www.specialchem4adhesives.com, diakses 13 Februari 2006
- [2] Onusseit H, *Starch in Industrial Adhesives: New Development*, hlm. 141-146, 1993
- [3] <http://www.pikiranrakyat.com/cetak/1202/22/1002.htm>, akses 13 Februari 2006.
- [4] Emengo, F.N., *Tack and Bonding Strength of Carbohydrate-Based Adhesives from Different Botanical Sources*, hlm. 93-100.
- [5] Pan Z., Cathcart A., Wang D., *Thermal and chemical treatment to improve adhesive property of rice bran*, 2005
- [6] Wikipedia, *Zinc chloride*, http://en.wikipedia.org/wiki/Zinc_chloride, diakses 19 Oktober 2006
- [7] Whistler R.L., Daniel J.R., *Starch*, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1997
- [8] Andrew, K., *Gelatinization, Pasting, and Retrogradation*, http://web-arjarn.muic.mahidol.ac.th/ewt/andrew_k/download/starch%20gelatinization,%20pasting,%20retrogradation.pdf, akses 26 Juli 2006
- [9] Haller W, *Adhesives*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, New York, 2002
- [10] Daniel J.R., Whistler R.L., Roper H., *Starch*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, New York, 2002
- [11] Petrie E.M., *Starch and Dextrin Based Adhesives, Resource*, 2004, <http://www.specialchem4adhesives.com/resource/articles>, diakses 13 Februari 2006
- [12] Whistler R.L., Daniel J.R., *Starch*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997
- [13] Anonim, "Adhesive", www.specialchem4adhesives.com/resource/adhesionguide, diakses 13 Februari 2006
- [14] Petrie E.M., "Important Characteristics of Several Common Adhesive Tests", *Resource*, 2003, <http://www.specialchem4adhesives.com/resource/articles>, akses 13 Februari 2006
- [15] Chaplin M, "Water Structure and Behavior", <http://www.isbu.ac.uk/water/hysta.html>, diakses 14 September 2006
- [16] Anonim, "What is Starch", <http://www.poco.phy.cam.ac.uk/research/starch/whatis.htm>, diakses 18 Juni 2006
- [17] Hart, D.J. dan Craine L.E., *Kimia Organik*, Edisi 11, Penerbit Erlangga, Jakarta, 2003
- [18] Rich RD, Thiele L., *Adhesives. In: Testing of Adhesives*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, New York, 2002
- [19] Waniska R.D., *Perspective of Starch Functionality and Methods of Analysis in Food Systems*, 2002, <http://www.msstate.edu/org/Vol1/4-1-waniska.htm>, diakses 31 Juli 2006
- [20] Anonim, *Adhesion Theory*, 2002,

- <http://www.specialchem4adhesives.com/resources/search/searchsite.aspx?freetextbox=adhesion+theory&x=13&y=4>, diakses 13 Februari 2006
- [21] Tonnelier, Steffens K.J, Porosity Measurement of Granules, *Annual Conference of DPHG*, Jerman, 2005
- [22] Anonim, "Cholesterol esterase (CEase) from bovine pancreas and cholesterol oxidase (COD) from *Bravibacterium*",
- http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=12148275&dopt=Abstract, diakses 25 September 2006
- [23] Handoko T, dkk, *Pengaruh waktu perendaman dan konsentrasi asam asetat terhadap daya rekat fish glue dari limbah ikan tuna kakap merah*, "Teknologi Tepat Guna Berbasis Sumber Daya Alam Indonesia", Bandung, 2006