

Urea-Formaldehid Konsentrat Sebagai Bahan Baku Resin Urea-Formaldehid

Dila Athariqa¹, Selvi Mayangsari Oktapia¹, Dicky Dermawan²
Program Studi Teknik Kimia Itenas, Jl. PHH Mustafa 23 Bandung 40124
Email: Dilaathariqa99@gmail.com , selvimayang875@gmail.com

Received January 21, 2022 | Revised March 23, 2022 | Accepted March 24, 2022

ABSTRAK

Panel kayu merupakan produk yang terbuat dari bahan kayu yang direkatkan dengan menggunakan resin, bahan perekat yang digunakan dalam produksi kayu lapis merupakan resin urea-formaldehid (UF). Resin UF adalah resin thermosetting yang terbuat dari urea dan formaldehid yang akan mengeras jika dipanaskan dan dapat dicetak ulang. Pada penelitian ini, pembuatan resin UF menggunakan bahan baku dari Urea Formaldehyde Concentrate (UFC). Tujuan dari penelitian ini mempelajari pengaruh perubahan sifat dan kinerja resin UF dari UFC, pengaruh rasio molar pada tahap metilolasi dan kondensasi, dan menguji efektivitas resin UF melalui aplikasi pembuatan panel kayu dengan cara menguji Internal Bonding (IB) Strength dan emisi formaldehid. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan bahwa pembuatan resin UF dengan bahan baku UFC memiliki gel time yang lebih panjang sehingga menurunkan IB Strength, dan free formaldehyde yang rendah sehingga emisi formaldehid akan menurun dibandingkan dengan nilai IB Strength maupun emisi formaldehid dari resin UF dari urea dan formaldehid.

Kata kunci: Resin urea-formaldehid, UFC, plywood, rasio molar awal, rasio molar akhir, internal bonding (IB) strength, emisi formaldehid.

ABSTRACT

Wood panel are a product made of a wood ingredients glued together by using resin. The main adhesive used in plywood production is urea-formaldehyde resin (UF). UF resin is a thermosetting resin made from urea and formaldehyde, where this resin to be hardened if heated and reprinted. The purpose of this research is affects changes in properties and performance from UF resin made from UFC, effects of molar ratio at the metylolation and condensation stage, and tests the effectiveness of UF resin with a wooden paneling application by testing Internal Bonding (IB) Strength, and formaldehyde emission. According to this research it has been obtained that UF resin with UFC material has a lengthy gel time therefor lower IB Strength value, and low free formaldehyde so that formaldehyde emission will decreased when compared with IB Strength value as well as formaldehyde emissions from UF resin with urea and formaldehyde materials.

Keywords: Urea-Formaldehyde resin, UFC, plywood, initial molar ratio, final molar ratio, internal bonding (IB) strength, formaldehyde emissions,

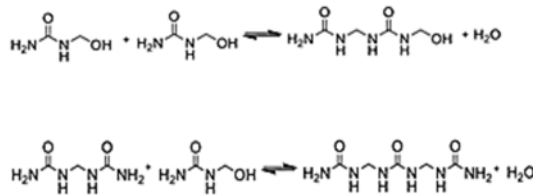
1. PENDAHULUAN

Panel kayu adalah lembaran datar yang terbuat dari bahan berbasis kayu yang direkatkan dengan perekat [1]. Panel kayu biasanya digunakan untuk komponen furnitur maupun bahan pendukung bangunan. Produk panel kayu yang paling umum diproduksi adalah kayu lapis, papan partikel, dan Medium Density Fiberboard (MDF). Kualitas dari panel kayu dapat ditentukan oleh beberapa parameter, yaitu emisi formaldehid dan *internal bonding strength*. Resin urea-formaldeid (UF) merupakan resin yang biasanya digunakan dalam pembuatan panel kayu, resin UF ini memiliki keuntungan daya rekat yang kuat, dan harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan perekat lainnya. Resin UF memiliki karakteristik yang berbeda-beda selama penyimpanan hingga resin terseparasi, hal ini dapat dipengaruhi oleh pH, *specific gravity*, maupun viskositasnya. Menurut Giovanni et al [2] reaksi-reaksi pembentukan resin UF ini yaitu dengan reaksi metilolasi dan reaksi kondensasi. Gambar 1 merupakan tahap metilolasi terbentuk senyawa-senyawa metilol.



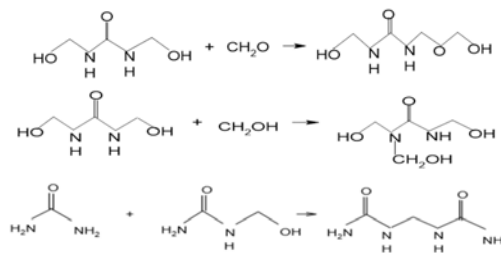
Gambar 1. Reaksi metilolasi

Pada tahap kondensasi senyawa-senyawa metilol akan bereaksi dengan gugus hidroksil yang disertai dengan pelepasan molekul air dengan reaksi yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Reaksi kondensasi

Kondensasi akan terus berlanjut menghasilkan beragam senyawa pentamer, heksamer, dan seterusnya yang akan mengakibatkan derajat polimerisasi dan berat molekul semakin meningkat sehingga reaksi ini akan diikuti dengan kenaikan viskositas. Resin UF yang terbuat dari urea dan formalin memiliki kelemahan yaitu lebih cepat mengalami separasi selama penyimpanan, sehingga hal tersebut dapat diatasi dengan penggunaan bahan baku lain yaitu *Urea Formaldehyde Concentrate* (UFC). UFC atau dikenal juga sebagai *Tetra Methylol Urea* atau TMU yang mengandung urea dan formaldehid dengan rasio molar 4,0-6,5. UFC memiliki *shelf time* yang lebih panjang dikarenakan dalam kondisi cenderung basa yaitu pada pH 8-9, dan kandungan air yang cukup rendah. Menurut Richard M. Rammon et al [3] UFC dihasilkan dari reaksi antara urea dan formaldehid seperti pada Gambar 3.

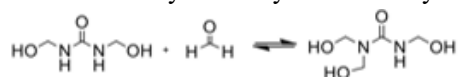


Gambar 3. Reaksi pembentukan Tri Methylol Urea

Pembuatan UFC menurut Moore [4] dapat dibuat dengan dua cara yaitu di pabrik formalin melalui absorpsi uap formalin yang di *spray* kan dengan larutan urea, dan dengan cara mencampurkan larutan formalin pekat dengan urea sehingga dicapai rasio molar F/U yang diinginkan dan disesuaikan pHnya yaitu 8,8-9,5. Setelah itu campuran dipanaskan pada suhu kisaran 50 °C sampai 60 °C.

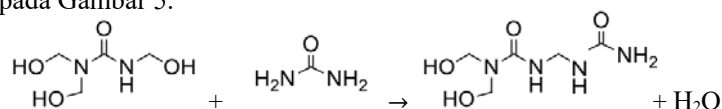
Sama halnya dengan pembuatan resin UF dari urea dan formaldehid, resin UF dengan bahan baku UFC ini dilakukan dengan penggantian formalin yang digunakan dimana pada pembuatan resin UF dengan UFC ini UFC akan ditambahkan dan kemudian ditambahkan Urea dengan mengurangi massa urea yang akan diumpangkan diawal dengan mengurangi jumlah urea yang terkandung didalam UFC. Reaksi yang terlibat sebagai berikut :

Mula-mula UFC atau TMU terbentuk dari senyawa-senyawa metilol yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Reaksi metilolasi pembentukan UFC

Selanjutnya senyawa TMU yang terbentuk akan direaksikan dengan urea pada saat pembuatan resin UF yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Reaksi kondensasi

Pembuatan resin UF dengan bahan baku UFC ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh terhadap sifat dan kinerja resin, perubahan terhadap rasio molar awal dan akhir, serta mengetahui efektifitas resin UF terhadap nilai IB *Strength* dan emisi formaldehid.

2. METODOLOGI

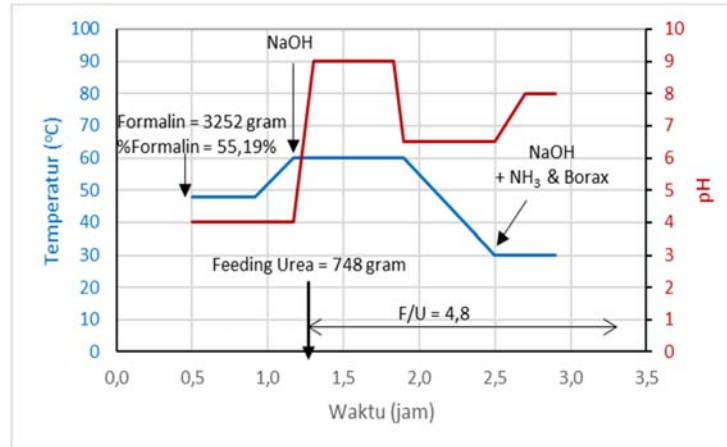
2.1 Bahan dan Alat

Pada pembuatan resin UF dengan bahan baku Urea dan Formaldehid maupun resin UF dengan bahan baku UFC menggunakan formaldehid yang berasal dari plant formalin di PT. Dover Chemical, dan urea yang digunakan merupakan produk dari PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang (Pusri). Pembuatan resin UF maupun UFC dibuat didalam reaktor yang dilengkapi dengan agitator, thermometer, *heater*, dan *waterbath*. Resin UF yang telah dibuat akan dilakukan pengujian efektifitas pada panel kayu, dimana sebelumnya akan dibuat terlebih dahulu *glue mix*-nya dengan cara mencampurkan 200 gram resin dengan *filler* dengan jenis tepung anggrek hingga viskositasnya 18-22 cP dan ditambahkan *hardener* NH₄Cl dengan pH sekitar 5,3. Panel kayu yang akan dibuat menggunakan terbuat dari kayu sengon dengan ukuran 40 cm x 40 cm sebanyak 3 *ply* terdiri dari 1 *core* dengan tebal 2,23 mm, serta sepasang *face* dan *back* dengan tebal 0,33 mm.

2.2 Metode

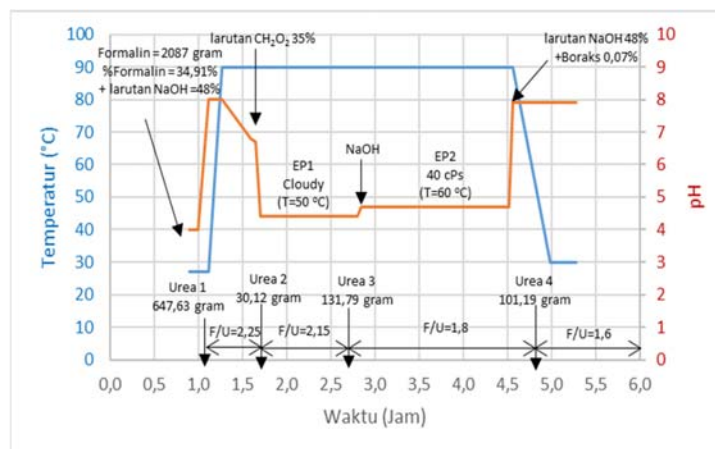
Dalam proses pembuatan Urea-Formaldehid Concentrate (UFC) secara singkat dinyatakan sebagai proses menggabungkan larutan formaldehida dengan urea. Dimana larutan formaldehida yang digunakan mengandung 30 sampai 50% (%berat). Dalam jumlah formaldehid dan urea tersebut sehingga menghasilkan rasio mol F/U = 4,4 sampai 6,5. Kemudian menyesuaikan pH campuran reaksi dengan

kisaran pH 8,8 hingga 9,5. Setelah itu memanaskan campuran tersebut pada suhu dalam kisaran 50 sampai 60°C, selama 30 sampai 60 menit.



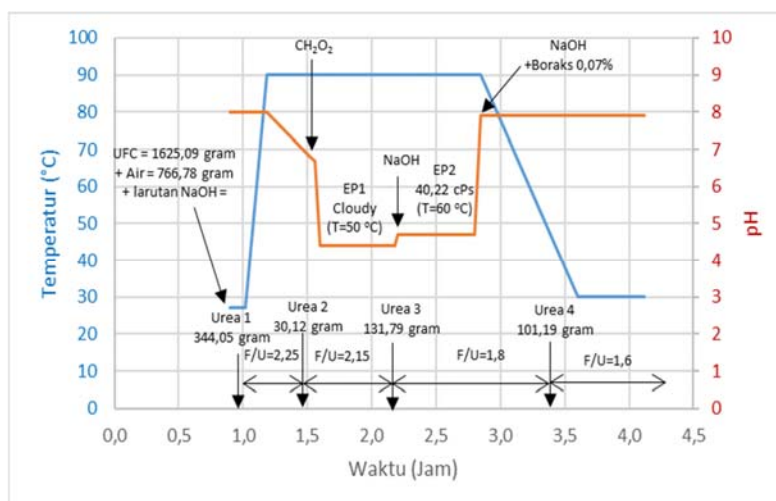
Gambar 6. Diagram proses pembuatan UFC

Pembuatan resin UF standar dari urea dan formalin maupun resin UF dari UFC, pembuatan resin UF tersebut dilakukan didalam reaktor yang dilengkapi dengan agitator, termometer, heater, dan waterbath. Pada pembuatan resin UF dari urea dan formalin dimana formalin dengan konsentrasi 35% dimasukan dan ditambahkan larutan kaustik hingga pH menjadu 7,9-8,1, selanjutnya urea pertama ditambahkan sehingga menghasilkan rasio molar F/U = 2,30. Campuran diaduk dan dipanaskan hingga 80-90°C. selanjutnya di holding selama 20 menit. Setelah itu, urea kedua ditambahkan dengan rasio F/U = 2.15. Setelah larutan homogen, pH larutan diatur ke 4,0-4,4 dengan penambahan larutan asam format untuk memulai proses kondensasi, yang dilanjutkan sampai titik akhir pertama tercapai, di mana setetes air resin berubah menjadi keruh pada 50 °C (cloudy pada T=50°C). Urea ketiga kemudian ditambahkan hingga mencapai F/U = 1,80. Untuk mengurangi laju kondensasi, pH kemudian sedikit dinaikan menjadi 4,4-4,7 yang dilanjutkan dengan tercapainya titik akhir kedua tercapai dengan viskositas antara 40-45 cPs pada 60 °C. Langkah kondensasi kedua ini diakhiri dengan menyesuaikan pH menjadi 7,9-8,1. Lalu ditambahkan boraks (0,07% berat total massa) kedalam larutan. Setelah pendinginan hingga 45 °C, urea tambahan ditambahkan untuk mencapai rasio F/U akhir 1,60. Pembuatan resin UF diulangi dengan proses yang sama akan tetapi divariasikan dengan rasio mol awal 2,25; 2,50; 2,75; dan 3,00. Hasil pembuatan UFC dapat dilihat pada Gambar 6.



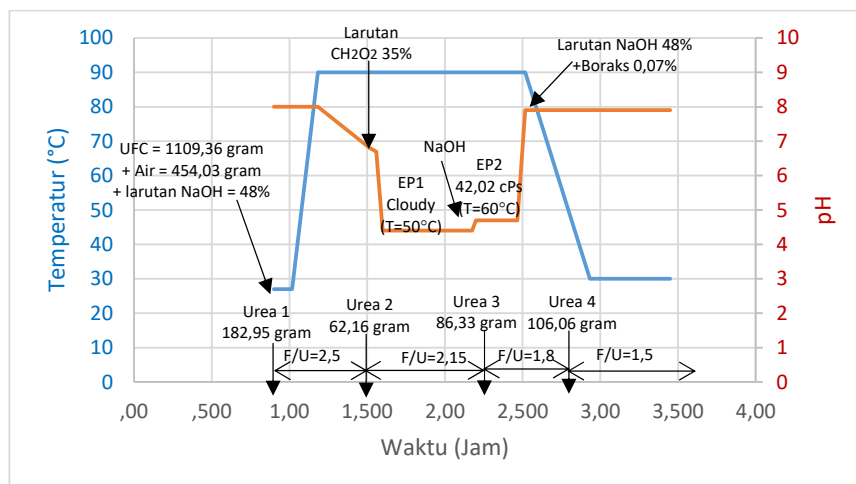
Gambar 7. Diagram proses pembuatan Resin UF dari Formalin

Pada Gambar 7 merupakan proses pembuatan resin UF dari UFC dimana mula-mula dilakukan pengumpanan larutan UFC 45% (%berat) dan dilakukan penambahan air hingga menghasilkan konsentrasi 35%. Kemudian ditambahkan urea pertama (U1) sehingga diperoleh rasio mol $F/U_1 = 2,30$. Campuran diaduk dan dipanaskan hingga $80-90^{\circ}\text{C}$. Setelah itu larutan di-*holding* selama 20 menit. Setelah itu urea kedua (U2) ditambahkan sehingga rasio mol menjadi $F/U_2 = 2,15$. Setelah urea larut pH reaksi kemudian disesuaikan dengan ditambahkan larutan *formic acid* untuk memulai kondensasi dengan pH 4,0-4,4. Setelah diasamkan, campuran dibiarkan bereaksi sambil dilakukan pengecekan *end point* pertama (EP1) telah tercapai. Pengecekan EP1 dilakukan sampai di mana setetes air resin berubah menjadi keruh pada 50°C (cloudy pada $T=50^{\circ}\text{C}$). Setelah EP1 tercapai, dilanjutkan dengan menaikkan pH hingga 4,4-4,7 menggunakan NaOH 55%. Setelah itu, urea ketiga (U3) ditambah ke campuran hingga $F/U = 1,8$. Kemudian, dilakukan pengecekan *end point* kedua (EP2), EP2 tercapai hingga viskositas yang didapatkan antara 40-45 cPs pada 60°C . Selanjutnya ditambah NaOH hingga mencapai pH 7,9-8,1 ditambahkan boraks dengan komposisi 0,07% dari berat larutan, serta temperatur reaktor diturunkan. Pada saat suhu 45°C dilakukan penambahan urea terakhir (U4) hingga diperoleh rasio mol akhir F/U_4 sebesar 1,60. Pembuatan resin UF dari UFC diulangi dengan memvariasikan rasio mol awal yaitu 2,25; 2,50; 2,75; dan 3,00.



Gambar 8. Diagram proses pembuatan Resin UF dari UFC dengan variasi rasio molar awal

Setelah melakukan pembuatan resin UF dengan variasi rasio molar awal yang telah ditentukan maka dilakukan pembuatan resin UF dengan rasio molar akhir yaitu 1,5, 1,4, 1,3, 1,2, dan 1,1. Pembuatan resin UF ini dilakukan dengan prosedur yang sama persis seperti variasi rasio molar awal yang dapat dilihat pada Gambar 8 maupun Gambar 9.



Gambar 9. Diagram proses pembuatan Resin UF dari UFC dengan variasi rasio molar akhir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

UFC dibuat dengan sebanyak 27 sampel dengan jumlah *buffer* yang digunakan berbeda-beda yaitu jumlah NaOH, NH₃, maupun borax. Pada setiap sampel UFC yang dibuat didapatkan mengalami penurunan pH, hal ini dapat terjadi karena selama waktu penyimpanan reaksi antara monomer yang ada dalam UFC tetap berlangsung walaupun sangat lambat yang menyebabkan penurunan pH. Namun setelah diamati pada beberapa sampel terjadi sedikit penurunan pH atau cenderung stabil. Sampel 26 merupakan salah satu sampel yang pH nya cenderung stabil dan mempunyai kapasitas *buffer* yang baik, hal ini dikarenakan borax lebih mudah larut dan juga tidak mudah terpengaruh oleh kondisi sedangkan NH₃ dapat membuat UFC kurang reaktif, dan memiliki fasa cair sehingga dapat mempengaruhi stabilitas dari UFC itu sendiri, sehingga sampel tersebut yang diambil untuk membuat UFC sebagai bahan baku resin UF. Dimana sampel 26 menggunakan kedua *buffer* yaitu NH₃ dan borax masing-masing sebanyak 0,04% dari jumlah total larutannya yang dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisa UFC

Variasi	Formalin gram	Air gram	Urea gram	NaOH pH	NH ₃ gram	Borax gram	hari ke-3	hari ke-7	Viskositas	hari ke-18	Viskositas	NaOH (ml)	H ₂ SO ₄ (ml)	Total (ml)
1	60	48	25	7,4	0,0000	0,0000	7,1	6,1	(-A)	5,5	(-A)	1,1	0,8	1,9
2	60	48	25	7,4	0,0000	0,0296	7,1	6,8	(-A)	5,8	(-A)	0,8	0,9	1,7
3	60	48	25	7,4	0,0296	0,0000	7,1	6,8	(-A)	6,5	(-A)	0,75	0,95	1,7
4	60	48	25	7,4	0,0296	0,0296	7,4	6,8	(-A)	6,5	(-A)	0,75	0,95	1,7
5	60	48	25	7,4	0,0296	0,0593	7,4	7,4	(-A)	6,5	(-A)	0,75	0,9	1,65
6	60	48	25	7,4	0,0000	0,0593	7,4	6,8	(-A)	6,5	(-A)	0,75	0,85	1,6
7	60	48	25	7,4	0,0593	0,0000	7,1	6,5	(-A)	5,8	(-A)	0,9	0,85	1,75
8	60	48	25	7,4	0,0593	0,0593	7,4	6,8	(-A)	6,8	(-A)	0,65	0,9	1,55
9	60	48	25	7,4	0,0593	0,0296	7,4	6,8	(-A)	6,5	(-A)	0,75	0,95	1,7
10	60	48	25	7,7	0,0000	0,0000	7,4	7,4	(-A)	6,5	(-A)	0,75	0,9	1,65
11	60	48	25	7,7	0,0000	0,0266	7,4	7,1	(-A)	7,1	(-A)	0,7	0,95	1,65
12	60	48	25	7,7	0,0266	0,0000	7,4	6,8	(-A)	6,5	(-A)	0,75	0,9	1,65
13	60	48	25	7,7	0,0266	0,0266	7,4	6,8	(-A)	6,8	(-A)	0,8	0,85	1,65
14	60	48	25	7,7	0,0266	0,0532	7,7	7,4	(-A)	7,1	(-A)	0,7	1	1,7
15	60	48	25	7,7	0,0000	0,0532	7,4	6,8	(-A)	6,8	(-A)	0,65	0,9	1,55

Urea Formaldeid Konsentrat Sebagai Bahan Baku Resin Urea-Formaldehid

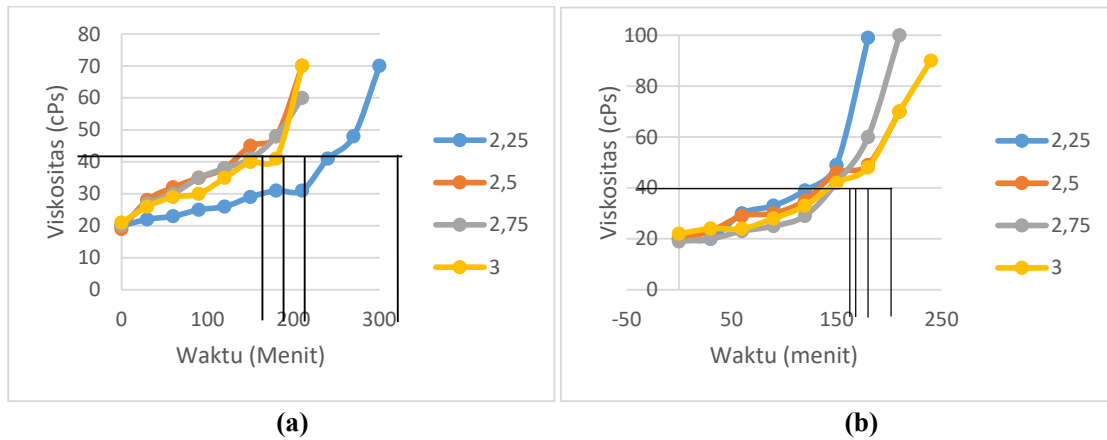
Variasi	Formalin gram	Air gram	Urea gram	NaOH pH	NH ₃ gram	Borax gram	hari ke-3	hari ke-7	Viskositas	hari ke-18	Viskositas	NaOH (ml)	H ₂ SO ₄ (ml)	Total (ml)
16	60	48	25	7,7	0,0532	0,0000	7,4	7,1	(-A)	6,5	(-A)	0,75	0,9	1,65
17	60	48	25	7,7	0,0532	0,0532	7,4	6,8	(-A)	6,8	(-A)	0,75	0,9	1,65
18	60	48	25	7,7	0,0532	0,0266	7,7	7,7	(-A)	7,4	(-A)	0,55	1,1	1,65
19	60	48	25	8	0,0000	0,0000	7,7	7,1	(-A)	6,5	(-A)	0,75	0,85	1,6
20	60	48	25	8	0,0000	0,0266	7,7	7,4	(-A)	7,4	(-A)	0,55	1,1	1,65
21	60	48	25	8	0,0266	0,0000	8	7,7	(-A)	7,4	(-A)	0,55	1	1,55
22	60	48	25	8	0,0266	0,0266	8	7,7	(-A)	7,4	(-A)	0,55	1,1	1,65
23	60	48	25	8	0,0266	0,0532	8	7,7	(-A)	7,4	(-A)	0,55	1,25	1,8
24	60	48	25	8	0,0000	0,0532	8	7,7	(-A)	7,7	(-A)	0,45	1,2	1,65
25	60	48	25	8	0,0532	0,0000	8	7,9	(-A)	7,4	(-A)	0,55	1,1	1,65
26	60	48	25	8	0,0532	0,0532	8	7,9	(-A)	7,9	(-A)	0,25	1,2	1,45
27	60	48	25	8	0,0532	0,0266	8	8	(-A)	7,9	(-A)	0,3	1,3	1,6

Selama penyimpanan resin UF dari formalin maupun UFC perlu diperhatikan sifat-sifat dari resin itu sendiri sebagai parameter kualitas resin, karena selama penyimpanan resin tersebut memungkinkan terjadinya penurunan pH sehingga reaksi polimerisasi akan terjadi dengan laju reaksi yang lebih rendah, selain itu viskositas dari resin juga dapat meningkat selama penyimpanan sehingga perubahan-perubahan dari sifat kimia-fisik resin perlu diperhatikan yang telah ditampilkan pada Tabel 2. Resin tersebut dapat membentuk endapan sehingga resin tersebut tidak layak digunakan. Resin apabila sudah melebihi umur simpannya contohnya seperti pada saat pengecekan stabilitas didapatkan nilai viskositasnya berubah drastis atau mengalami separasi berupa endapan resin dan masih tetap digunakan akan menghasilkan produk panel kayu yang kurang baik. Sehingga lebih disukai apabila resin memiliki *shelf-life* yang cukup lama. Selama waktu penyimpanan, viskositas resin mengalami perubahan. Hal-hal tersebut perlu diperhatikan jika jarak antara produsen dengan *customer* relatif jauh sehingga resin akan disimpan selama beberapa waktu untuk mencegah terbentuknya endapan dan resin akan membentuk *gel*.

Tabel 2. Data sifat kimia-fisik Resin UF

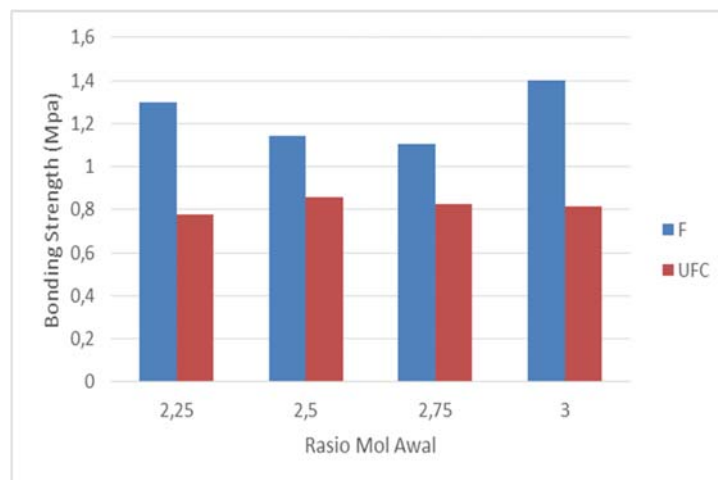
Jenis Resin UF dari-	Formalin				UFC			
	2,25	2,5	2,75	3,0	2,25	2,5	2,75	3,0
Rasio Awal	2,25	2,5	2,75	3,0	2,25	2,5	2,75	3,0
μ (cPs)	96,8	91,2	90,4	83,6	98,2	104,7	83,4	97,8
pH	8,3	8,3	8,3	8,1	8,1	8,3	8,3	8,3
<i>Gelation Time</i> (s)	41	43	48	49	58,07	58,09	58	59,06

Viskositas pada *glue mix* yang telah dibuat akan dilakukan pengujian terhadap *pot life*. Pengujian *pot life* bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan sejak *glue mix* dibuat hingga mengeras. Penggunaan UFC sebagai bahan baku membuat resin UF mengalami *pot life* yang semakin lama yaitu sekitar 260 menit, 150 menit, 160 menit dan 180 menit sedangkan pada resin UF dengan bahan baku formalin sekitar 150 menit sampai dengan 170 menit. Hal ini dapat dikarenakan karena pengaruh penggunaan NH₃ yang dapat menghambat laju penurunan pH sehingga reaksi antara resin dengan *hardener* akan berlama-lama, hal ini menjadi keuntungan tersendiri dimana *glue mix* resin dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang.



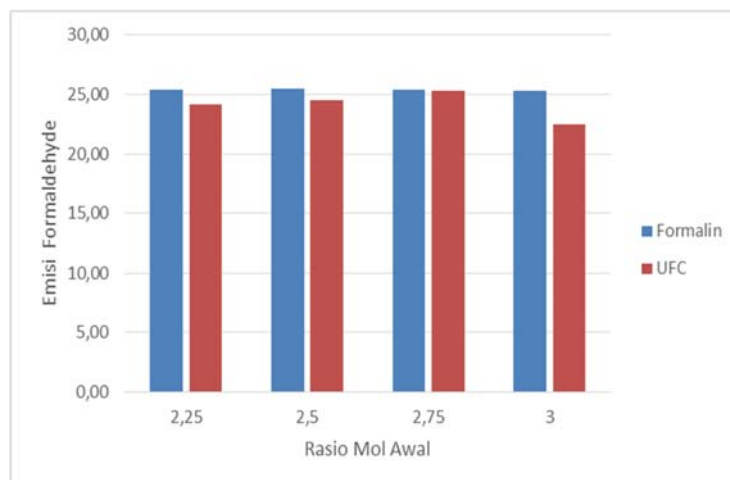
Gambar 10. (a) Hubungan viskositas Glue Mix terhadap waktu pada Resin UF berbahan Baku UFC, (b) Hubungan viskositas Glue Mix terhadap waktu pada Resin UF berbahan baku formalin

Penggunaan UFC sebagai bahan baku resin UF dapat mempengaruhi nilai *IB strength* dimana nilai *internal bonding strength* resin UF dari formalin memiliki nilai yang jauh lebih baik dibandingkan dengan resin UF dari UFC yaitu untuk resin UF memiliki nilai *internal bonding strength* untuk variasi rasio molar awal 2,25, 2,5, 2,75, dan 3,0 berturut-turut sebesar 1,299 Mpa, 1,143 Mpa, 1,104 Mpa, dan 1,402 Mpa, sedangkan untuk nilai *internal bonding strength* resin UF dari UFC untuk variasi rasio molar awal 2,25, 2,5, 2,75, dan 3,0 berturut-turut sebesar 0,778 Mpa, 0,860 Mpa, 0,826 Mpa, dan 0,813 Mpa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. Hal ini dapat dipengaruhi oleh *gel time*, dimana *gel time* dari resin UF berbahan baku UFC lebih lambat dibandingkan resin UF dari formalin, selain itu terjadi karena pada proses pembuatan UFC menggunakan NH_3 , dimana ammonia tersebut berperan sebagai *buffer* sehingga pada saat mereaksikan resin dengan hardener bereaksi lebih lambat, yang menyebabkan laju *curing* lama sehingga waktu yang dibutuhkan resin untuk mengeras semakin panjang, sehingga nilai *IB Strength* yang dihasilkan lebih rendah dibanding resin UF dengan formalin seperti pada Gambar 11.



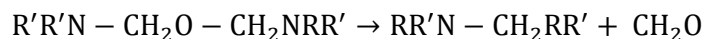
Gambar 11. Pengaruh variasi mol awal dan bahan baku terhadap nilai Internal Bonding Strength

Selain mempengaruhi nilai *internal bonding strength* penggunaan UFC sebagai bahan baku resin UF dapat mempengaruhi emisi formaldehid yang dihasilkan. Dimana ditampilkan dalam Gambar 12.



Gambar 12. Pengaruh variasi mol awal dan bahan baku terhadap emisi Formaldehid

Dapat dilihat pada Gambar 12, bahwa nilai emisi formaldehid cenderung sama. Namun jika dibandingkan antara nilai emisi resin dari formalin dan dari UFC, didapatkan hasil bahwa emisi untuk resin UF dari formalin lebih besar dibanding resin UF dari UFC. Karena apabila dilihat dari hasil pengujian *free formaldehyde* menunjukkan bahwa formaldehid bebas pada resin UF dari formalin cenderung lebih banyak dibandingkan dari UFC. Selain itu dapat pula diakibatkan formaldehid yang dirilis dari dekomposisi ikatan *dimethylene-ether* selama proses curing pada saat *hot press*.



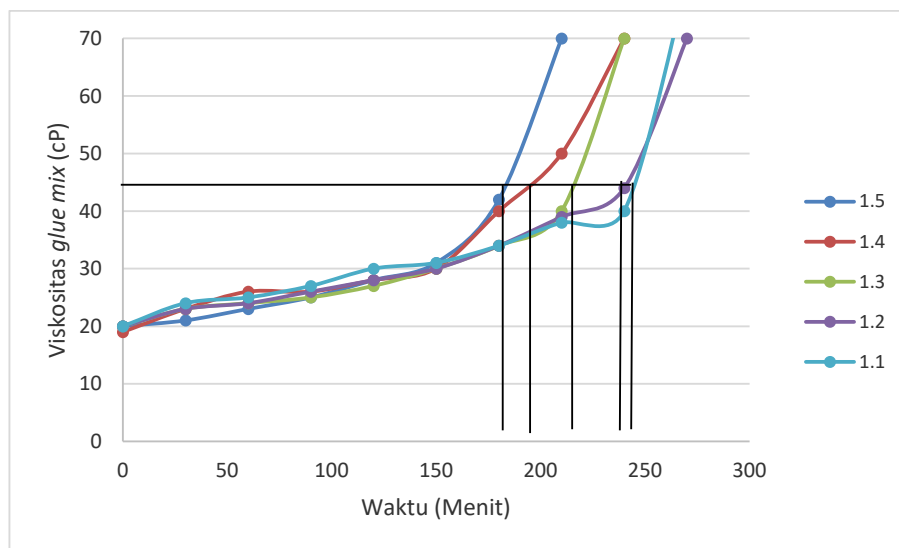
Setelah melakukan percobaan pembuatan resin UF dari UFC dengan memvariasikan rasio molar awal, selanjutnya melakukan percobaan pembuatan resin UF dari UFC dengan memvariasikan rasio molar akhir dimana rasio molar awal (F/U1) yang digunakan sebesar 2,50 dikarenakan pada pembuatan resin UF dari UF memiliki daya rekat atau nilai *internal bonding strength* yang lebih besar dibandingkan dengan variasi molar awal yang lain. Hal yang sama dilakukan pula pada resin UF dari UFC dengan variasi rasio molar akhir ini dengan melakukan pengujian terhadap resin melalui analisa sifat kimia-fisik dan uji aplikasi terhadap *plywood*. Kemudian dilakukan selama penyimpanan resin UF dari UFC dengan variasi rasio molar akhir perlu diperhatikan sifat-sifat dari resin itu sendiri sebagai parameter kualitas resin. Hal ini dilakukan untuk pencegahan resin mengalami pembentukan endapan atau pengerasan selama penyimpanan, hal tersebut dapat terjadi karena adanya penurunan pH sehingga dapat mempengaruhi stabilitas dari resin itu sendiri.

Tabel 3. Data sifat kimia-fisik Resin UF

Rasio Awal	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
μ (cPs)	107,9	91	90,1	116,6	110,6
pH	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
<i>Gelation Time</i> (s)	57	58,1	58,5	59	60

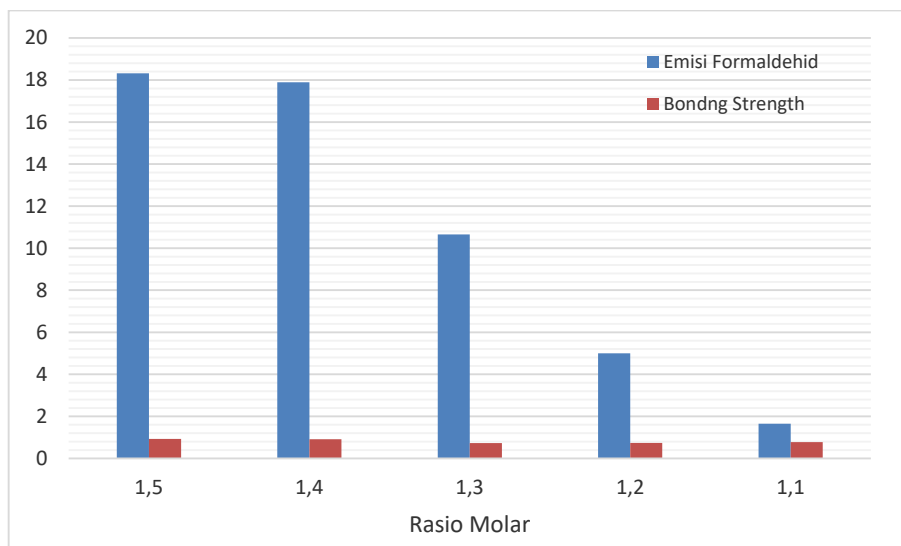
Viskositas pada *glue mix* pada resin UF yang telah dibuat dilakukan pengujian terhadap *pot life*. Pada Tabel 3 dijelaskan penggunaan variasi rasio molar akhir 1,5, 1,4, 1,3, 1,2, dan 1,1 membuat resin UF mengalami *pot life* yang semakin lama yaitu berturut-turut sekitar 180 menit, 190 menit, 220 menit, 245 menit dan 250 menit, dikarenakan semakin kecil rasio mol akhir maka akan semakin banyak urea yang

ditambahkan sehingga urea akhir ini berperan sebagai *scavenger* yang bereaksi dengan formaldehid bebas yang belum bereaksi, sehingga semakin kecil rasio molar nya maka formaldehid bebas yang terkandung semakin sedikit sehingga resin menjadi kurang reaktif dan reaksi polimerisasi semakin lambat sehingga resin akan lebih lambat untuk mengeras.



Gambar 13. Hubungan viskositas Glue Mix terhadap waktu

Pada Gambar 13 menunjukkan hasil dari perubahan rasio mol akhir pada pembuatan resin UF dari UFC dapat mempengaruhi nilai *IB strength* dimana nilai *internal bonding* dengan variasi molar akhir 1,5, 1,4, 1,3, 1,2, 1,1 berturut-turut sebesar 0,932 Mpa, 0,913 Mpa, 0,729 Mpa, 0,852 Mpa dan 0,780 Mpa, sedangkan emisi yang didapatkan semakin besar rasio molar akhir nya maka level emisi formaldehid semakin besar, dan begitu sebaliknya semakin kecil rasio molar akhir maka level emis formaldehidnya semakin kecil yaitu berturut-turut sebesar 18,32 mg/L, 17,89 mg/L, 10,65 mg/L, 5,00 mg/L, dan 1,65 mg/L. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kandungan formaldehid bebas yang rendah hal tersebut terjadi karena formaldehid bebas bereaksi dengan urea akhir yang dtambahkan, sehingga menyebabkan resin kurang reaktif dan waktu yang dibutuhkan resin untuk mengeras semakin lama atau biasa dikenal *gel time* yang semakin panjang, *gel time* yang semakin panjang menyebabkan nilai *internal bonding strength* akan semakin rendah dikarenakan laju reaksi pada proses *curing* yang terjadi akan semakin lambat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14. Karena kandungan formaldehid yang rendah ini menyebabkan pula penurunan level emisi formaldehid pada resin UF dari UFC.



Gambar 14. Pengaruh variasi mol akhir terhadap nilai Internal Bonding Strength dan emisi Formaldehid

4. KESIMPULAN

Resin urea-formaldehid yang dibuat dengan variasi rasio molar awal 2,25, 2,50, 2,75, dan 3,00 dengan bahan baku yang urea dan formalin memiliki nilai *internal bonding strength* yang lebih besar yaitu 1,299 Mpa, 1,143 Mpa, 1,104 Mpa, dan 1,402 Mpa. Dibandingkan dengan resin urea-formaldehid dengan bahan baku UFC memiliki nilai *internal bonding strength* yang berturut-turut sebesar 0,778 Mpa, 0,860 Mpa, 0,826 Mpa, dan 0,813 Mpa, serta resin urea-formaldehid dengan bahan baku urea dan formalin menghasilkan emisi yang lebih besar pula dibandingkan dengan bahan baku UFC. Resin urea-formaldehid dari UFC yang telah dilakukan pembuatan, pengujian reaktivitas maupun stabilitas resin kemudian dibuat resin urea-formaldehid dengan memilih salah satu variasi molar awal yaitu 2,50 dan dilakukan variasi rasio molar akhir atau pada tahap kondensasi yaitu 1,5, 1,4, 1,3, 1,2, dan 1,1. Dimana dihasilkan resin dengan nilai *internal bonding strength* 0,9315 Mpa, 0,9133 Mpa, 0,7294 Mpa, 0,7345 Mpa dan 0,7775 Mpa, sedangkan emisi yang didapatkan yaitu berturut-turut sebesar 18,32 mg/L, 17,89 mg/L, 10,65 mg/L, 5,00 mg/L, dan 1,65 mg/L

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang dilakukan atas dasar dukungan dan kerja sama dari Program Studi Teknik Kimia Itenas dengan PT. Dover Chemical yang telah memfasilitasi penelitian tentang resin urea-formaldehid dengan proses standar dengan bahan baku urea dan formalin maupun dengan menggunakan bahan baku UFC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zhiyong, C., & Ross, R. J., (2010). *Wood Handbok, Wood As An Engineering Material*. Department of Agricult U.S. Department of Agriculture, Forest Servis, Forest Products Laboratory.
- [2] Giovanni, S., Mazzoleni, G., Nistri, U. & Vargiu S., (1974). *Process for the preparation of resins from urea, formaldehyde, methanol and formic acid using three stages*, US Patent No. 3,830,783.
- [3] Rammon, M, and Richard., (1985). *The Chemical Structur of UF Resin*. Chembond Corporation. P. 0. Box 270, Springfield. OR 97477, U.S.A.
- [4] Moore., (1976). *Production Of Urea Formaldehyde Cocentrates*. United States.