Jurnal Pengabdian Masyarakat

https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/abdialkimia
Vol. 2 No. 2 (Mei 2026)

ABDI Al-Kimia

Submitted: 16-03-2026 | Accepted: 30-05-2026 | Published: 30-06-2026

Penerapan Pengujian Permeabilitas Udara Karung Semen Woven Polypropylene (WPP) Melalui Program Praktik Kerja Lapangan (PKL) Mahasiswa di PT Semen Tonasa Makassar

Ristawati, Nur Annisa Az-Zahra, Nurhidayatullah Basri, Titik Andriani[1]*, Syarifah Rabiatul Adawiyah, Kurnia Ramadani, Firnanelty

[1]Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Gowa, 92118, Indonesia

*Corresponding author: titik.andriani@uin-alauddin.ac.id

Abstract

*This The industrial visit conducted at PT Semen Tonasa was aimed at enhancing students' understanding of the characterization of *woven polypropylene* (WPP) cement sacks. WPP cement sacks are widely used in the cement industry due to their excellent mechanical strength and their ability to support efficient cement packaging processes. One of the key quality parameters of WPP cement sacks is air permeability, which significantly influences the cement filling process. This study aimed to characterize the air permeability of WPP cement sacks based on grammage variations in 40 kg and 50 kg packaging capacities. The research was carried out experimentally through air permeability testing, supported by measurements of grammage, bag weight, warp strength, and weft strength. The results showed that the 50 kg WPP cement sacks exhibited an average air permeability of 140.00 Nm^3/h with a grammage of 104.93 gsm, whereas the 40 kg sacks had an average air permeability of 134.40 Nm^3/h with a grammage of 103.64 gsm. The findings also indicated that the relationship between grammage and air permeability was not entirely linear, as it was influenced by pore structure and weave configuration. Overall, both types of WPP cement sacks demonstrated good air permeability characteristics, indicating adequate ventilation performance to support an efficient cement filling process.*

Keywords: *PT Semen Tonasa, Woven Polypropylene (WPP), Air Permeability, Grammage, Cement Sack*

Abstrak

Kegiatan kunjungan industri di PT Semen Tonasa Makassar dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam mengkaji karakterisasi karung semen woven polypropylene. Karung semen berbahan woven polypropylene (WPP) banyak digunakan dalam industri semen karena memiliki kekuatan mekanik yang baik serta mampu mendukung proses pengemasan semen. Salah satu parameter penting pada karung semen WPP adalah permeabilitas udara, yang berpengaruh terhadap kelancaran proses pengisian semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi permeabilitas udara karung semen WPP berdasarkan variasi gramatur pada kapasitas kemasan 40 kg dan 50 kg. Penelitian dilakukan secara eksperimental melalui pengujian permeabilitas udara dengan parameter pendukung meliputi gramatur, berat karung, kekuatan lusi (warp strength), dan kekuatan pakan (weft strength). Hasil penelitian menunjukkan bahwa karung semen WPP kapasitas 50 kg memiliki nilai permeabilitas udara rata-rata sebesar 140,00 Nm^3/jam

dengan gramatur 104,93 gsm, sedangkan karung kapasitas 40 kg memiliki nilai permeabilitas udara sebesar 134,40 Nm^3/jam dengan gramatur 103,64 gsm. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa hubungan antara gramatur dan permeabilitas udara tidak sepenuhnya bersifat linear karena dipengaruhi oleh struktur pori dan konfigurasi anyaman. Karakteristik permeabilitas udara pada kedua jenis karung menunjukkan kinerja ventilasi yang baik sehingga mampu mendukung proses pengisian semen secara optimal.

Kata Kunci: woven polypropylene, permeabilitas udara, gramatur, karung semen

A. PENDAHULUAN

Industri semen merupakan salah satu sektor manufaktur strategis yang berperan penting dalam mendukung pembangunan infrastruktur di Indonesia. Sebagian besar distribusi semen nasional masih didominasi oleh semen kemasan kantong (bag cement) dibandingkan semen curah (bulk cement). Data industri semen Indonesia menunjukkan bahwa segmen semen kantong mencakup sekitar 71% dari total pasar domestik, sedangkan semen curah sekitar 29% (ASI dalam PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk., 2024). Tingginya penggunaan kemasan kantong mendorong kebutuhan terhadap material kemasan yang memiliki kekuatan mekanik baik, ringan, tahan terhadap kelembapan, serta mampu mempertahankan integritas kemasan selama proses pengisian, distribusi, dan penyimpanan. Karung semen berbahan woven polypropylene (WPP) menjadi salah satu jenis kemasan yang paling banyak digunakan karena memiliki kombinasi sifat mekanik dan karakteristik fungsional yang sesuai untuk aplikasi kemasan industri berat. Selain dipengaruhi oleh sifat material polipropilena, kualitas karung semen WPP juga sangat ditentukan oleh struktur anyaman yang memengaruhi kemampuan pelepasan udara selama proses pengisian semen (Ramadhani, 2026).

Struktur anyaman pada karung semen WPP tersusun dari pita polipropilena yang dianyam melalui arah lusi dan pakan sehingga membentuk jalur pori di antara celah anyaman. Karakteristik pori tersebut dipengaruhi oleh konfigurasi anyaman, dimensi pita, tingkat kerapatan anyaman, dan distribusi ruang terbuka antarpita. Keberadaan pori pada struktur woven memiliki peranan penting dalam menentukan kemampuan udara untuk keluar dari dalam kantong selama proses filling semen berlangsung. Udara yang terperangkap di dalam kantong selama pengisian harus dapat dilepaskan secara cepat agar tidak menyebabkan peningkatan tekanan internal yang dapat menghambat laju pengisian maupun menurunkan stabilitas kemasan. Analisis struktur woven menunjukkan bahwa perubahan geometri pori dan tingkat porositas memberikan pengaruh langsung terhadap karakteristik aliran udara pada material anyaman (Kalazić dkk., 2023). Oleh karena itu, karakteristik porositas pada karung semen WPP menjadi salah satu parameter penting dalam menentukan performa ventilasi udara selama proses pengemasan semen industri.

Karakteristik aliran udara pada karung semen umumnya dinyatakan melalui parameter permeabilitas udara (air permeability), yaitu kemampuan material untuk meloloskan udara pada beda tekanan tertentu. Parameter ini menjadi salah satu aspek penting pada kualitas karung semen karena berkaitan langsung dengan efisiensi proses filling dengan menggunakan sistem pengisian mekanis berkecepatan tinggi. Nilai permeabilitas udara yang terlalu rendah dapat menyebabkan udara tertahan di dalam kantong sehingga proses pengisian berlangsung lebih lambat dan meningkatkan tekanan internal kemasan. Sebaliknya, permeabilitas udara yang terlalu tinggi dapat meningkatkan potensi keluarnya debu semen melalui pori anyaman selama proses pengisian maupun

distribusi. Karakteristik permeabilitas udara yang tidak sesuai juga dapat memengaruhi produktivitas proses pengemasan dan kualitas lingkungan kerja akibat meningkatnya debu semen di area produksi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa karakteristik permeabilitas udara pada karung semen harus berada pada rentang tertentu agar mampu menghasilkan keseimbangan antara efisiensi pelepasan udara dan pengendalian kebocoran debu semen (Spädt dkk., 2024).

Salah satu parameter struktur yang diduga memengaruhi permeabilitas udara pada karung semen WPP adalah gramasi (grammage atau basis weight) yang dinyatakan dalam satuan gram per meter persegi (g/m^2). Gramasi menggambarkan massa material terhadap luas permukaan anyaman dan berkaitan dengan jumlah material penyusun dalam struktur woven. Peningkatan gramasi umumnya menyebabkan struktur anyaman menjadi lebih rapat dan tebal sehingga ukuran pori efektif pada material cenderung menurun. Penelitian pada material woven menunjukkan bahwa peningkatan massa permukaan dan ketebalan material berhubungan dengan meningkatnya resistansi terhadap aliran udara karena jalur aliran udara menjadi lebih sempit dan kompleks (Chakroun dkk., 2021). Peningkatan gramasi yang menyebabkan struktur anyaman menjadi lebih rapat juga dapat mengurangi kemampuan ventilasi udara pada karung semen selama proses filling. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa perubahan gramasi berpotensi memengaruhi karakteristik porositas dan permeabilitas udara pada karung semen WPP (Saboka, 2022).

Pengaruh gramasi terhadap permeabilitas udara tidak hanya berkaitan dengan perubahan massa material, tetapi juga dengan perubahan struktur pori yang terbentuk pada anyaman woven. Struktur pori menentukan jalur aliran udara yang melewati material sehingga distribusi ukuran dan jumlah pori akan memengaruhi nilai permeabilitas efektif. Kerapatan anyaman yang lebih tinggi menyebabkan penurunan ruang terbuka pada struktur woven dan meningkatkan hambatan terhadap aliran udara (Zupin dkk., 2024). Pendekatan berbasis hukum Darcy juga menunjukkan bahwa permeabilitas udara pada material woven dipengaruhi oleh hubungan antara porositas, ketebalan, dan struktur internal material (Kalazić dkk., 2023). Dalam aplikasi karung semen, kondisi tersebut menjadi penting karena perubahan karakteristik pori akibat variasi gramasi dapat memengaruhi kemampuan ventilasi udara selama proses pengisian semen berlangsung.

Dalam praktik industri, karung semen WPP diproduksi dalam beberapa kapasitas kemasan seperti 40 kg dan 50 kg, dengan spesifikasi gramasi yang berbeda sesuai kebutuhan kekuatan dan performa kemasan. Perbedaan spesifikasi tersebut diduga turut memengaruhi karakteristik porositas dan permeabilitas udara pada karung semen. Penelitian mengenai permeabilitas udara pada material woven telah banyak dilakukan pada aplikasi tekstil umum dan tekstil teknis. Namun, kajian yang secara spesifik membahas hubungan antara variasi gramasi dan permeabilitas udara pada woven polypropylene untuk aplikasi karung semen dengan kapasitas kemasan berbeda masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada karakteristik mekanik material woven tanpa menghubungkan perubahan gramasi dengan kebutuhan ventilasi udara pada proses pengisian semen industri. Padahal, pemilihan gramasi yang tidak sesuai dapat memengaruhi efisiensi filling, kestabilan bentuk kantong, serta potensi keluarnya debu semen selama proses pengemasan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkarakterisasi permeabilitas udara pada karung semen berbahan woven polypropylene berdasarkan variasi gramasi pada kemasan kapasitas 40 kg dan 50 kg. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh hubungan antara gramasi, porositas, dan karakteristik aliran udara sebagai

dasar pengembangan spesifikasi teknis karung semen WPP yang mampu menghasilkan keseimbangan antara kekuatan kemasan, efisiensi pelepasan udara, dan pengendalian kebocoran debu semen selama proses pengemasan industri.

B. METODE PENGABDIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang bertujuan untuk mengkarakterisasi permeabilitas udara pada karung semen berbahan woven polypropylene (WPP) berdasarkan variasi gramasi. Penelitian dilakukan dengan membandingkan nilai permeabilitas udara pada sampel karung semen WPP berkapasitas 40 kg dan 50 kg yang memiliki gramasi berbeda.

Gramasi karung digunakan sebagai variabel bebas, sedangkan permeabilitas udara (air permeability) digunakan sebagai variabel terikat. Pengujian dilakukan pada kondisi tekanan tertentu menggunakan metode pengukuran permeabilitas udara untuk mengetahui pengaruh variasi gramasi terhadap karakteristik aliran udara pada material WPP.

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan air permeability tester untuk mengukur permeabilitas udara material, timbangan digital untuk menentukan massa sampel, thickness gauge untuk mengukur ketebalan material, jangka sorong untuk mengukur dimensi spesimen, serta cutter dan penggaris untuk proses pemotongan sampel. Komputer digunakan untuk pengolahan dan analisis data hasil pengujian.

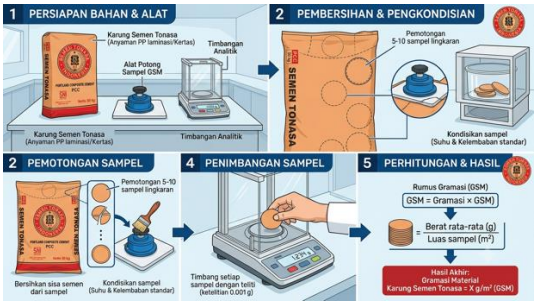
Bahan yang digunakan berupa sampel karung semen berbahan woven polypropylene (WPP) dengan kapasitas kemasan 40 kg dan 50 kg yang memiliki variasi gramasi berbeda.

Preparasi Sampel

Karung semen WPP dipotong menjadi spesimen uji sesuai ukuran yang dipersyaratkan oleh alat air permeability tester. Spesimen yang telah dipotong dibersihkan dari debu dan kontaminan lain yang berpotensi memengaruhi hasil pengujian. Selanjutnya, spesimen dikondisikan pada lingkungan laboratorium sebelum dilakukan pengukuran.

Pengukuran Gramasi

Gramatur (grammage) merupakan salah satu parameter mutu utama pada karung semen berbahan woven polypropylene (WPP) karena menunjukkan massa kain per satuan luas, yang dinyatakan dalam gram per meter persegi (gsm; g/m^2). Nilai gramatur menjadi indikator banyaknya material polypropylene yang digunakan untuk membentuk kain anyaman sehingga berpengaruh terhadap ketebalan, kekuatan mekanik, ketahanan sobek, serta karakteristik permeabilitas udara karung. Namun demikian, gramatur bukan satu-satunya faktor yang menentukan kualitas karung, karena struktur anyaman dan konfigurasi pita (tape) juga memberikan kontribusi yang signifikan.



Gambar 2. Tahapan proses gramasi karung semen berbahan woven polypropylene (WPP)

Gramasi material ditentukan berdasarkan perbandingan massa sampel terhadap luas permukaan material menggunakan rumus dibawah ini :

$$\text{Gramasi } (\text{g/m}^2) = \frac{\text{massa (g)}}{\text{luas } (\text{m}^2)}$$

Pengukuran dilakukan pada setiap jenis sampel untuk memperoleh nilai gramasi aktual yang digunakan dalam analisis.

Pengujian Permeabilitas Udara

Pengujian permeabilitas udara dilakukan menggunakan air permeability tester. Spesimen dipasang pada area pengujian alat, kemudian udara dialirkan melalui material pada beda tekanan yang telah ditentukan. Nilai permeabilitas udara diperoleh dari laju aliran udara yang melewati permukaan material selama pengujian berlangsung.

Permeabilitas udara dinyatakan sebagai volume udara yang melewati satuan luas material dalam satuan waktu pada tekanan tertentu. Setiap spesimen diuji sebanyak tiga kali pengulangan, kemudian nilai hasil pengujian dicatat untuk dianalisis lebih lanjut.



Gambar 2. Pengujian permeabilitas udara pada karung semen berbahan woven polypropylene (WPP)

Pengolahan dan Analisis Data

Data hasil pengukuran gramasi dan permeabilitas udara dicatat dalam bentuk tabel, kemudian dihitung nilai rata-rata dari tiga kali pengulangan untuk setiap spesimen. Nilai rata-rata dari lima spesimen pada masing-masing variasi gramasi selanjutnya digunakan sebagai dasar analisis.

Analisis dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan nilai permeabilitas udara antar variasi gramasi. Hubungan antara gramasi dan permeabilitas udara dievaluasi berdasarkan kecenderungan perubahan nilai permeabilitas yang diperoleh dari hasil pengujian. Hasil analisis digunakan untuk menjelaskan pengaruh gramasi terhadap karakteristik permeabilitas udara pada karung semen berbahan woven polypropylene (WPP).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian permeabilitas udara pada karung semen berbahan woven polypropylene (WPP) dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi gramasi terhadap karakteristik aliran udara pada material kemasan semen. Pengujian dilakukan pada sampel karung semen kapasitas 40 kg dan 50 kg dengan beberapa parameter pendukung, meliputi gramasi, berat karung (bag weight), serta kekuatan anyaman arah lusi (warp strength) dan pakan (weft strength). Berikut ini adalah hasil uji karakteristik sampel karung semen WPP:

Tabel 1. Karakteristik Rata-Rata Sampel Karung Semen WPP

Kapasitas	*Air Permeability* (Nm^3/h)	*Grammage* (gsm)	*Bag Weight* (g)	*Warp Strength* (kgf/5 cm)	*Weft Strength* (kgf/5 cm)
40 kg	134.40	103.64	78.98	65.66	73.84
50 kg	140.00	104.93	91.33	64.43	78.72

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa terdapat perbedaan karakteristik fisik dan mekanik antara karung semen WPP berkapasitas 40 kg dan 50 kg. Perbedaan tersebut meliputi nilai permeabilitas udara (air permeability), gramatur, berat karung (bag weight), kekuatan lusi (warp strength), serta kekuatan pakan (weft strength).

Karung semen berkapasitas 50 kg memiliki nilai permeabilitas udara rata-rata sebesar 140,00 Nm^3/h, sedangkan karung 40 kg sebesar 134,40 Nm^3/h. Nilai tersebut menunjukkan bahwa karung 50 kg memiliki kemampuan yang lebih baik dalam meloloskan aliran udara dibandingkan karung 40 kg. Dalam proses pengisian semen, permeabilitas udara merupakan parameter yang sangat penting karena udara yang terperangkap di dalam karung harus dapat keluar secara cepat agar proses pengisian berlangsung stabil. Karung dengan permeabilitas yang terlalu rendah menyebabkan udara tertahan sehingga proses pengisian menjadi lebih lambat, sedangkan permeabilitas yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kehilangan partikel semen halus (dust emission). Oleh karena itu, nilai permeabilitas udara yang diperoleh pada kedua jenis karung masih berada pada rentang yang mampu mendukung proses pengemasan secara efektif.

Nilai gramatur rata-rata karung 50 kg sebesar 104,93 gsm, sedikit lebih tinggi dibandingkan karung 40 kg yaitu 103,64 gsm. Gramatur menunjukkan jumlah massa material per satuan luas sehingga sering digunakan sebagai indikator ketebalan dan jumlah bahan penyusun kain WPP. Meskipun perbedaannya hanya sekitar 1,24%, peningkatan gramatur menunjukkan bahwa karung 50 kg menggunakan jumlah material polypropylene yang sedikit lebih banyak sehingga mampu menopang beban semen yang lebih besar.

Perbedaan yang lebih nyata terlihat pada berat karung. Berat rata-rata karung 50 kg mencapai 91,33 g, sedangkan karung 40 kg hanya 78,98 g. Kenaikan berat sekitar 15,6% menunjukkan adanya penambahan material penyusun, baik berupa ukuran karung yang lebih besar maupun lapisan pelapis (lamination) yang digunakan untuk meningkatkan kekuatan mekanik.

Parameter kekuatan mekanik menunjukkan kecenderungan yang menarik. Nilai warp strength pada karung 40 kg sebesar 65,66 kgf/5 cm, sedikit lebih tinggi dibandingkan karung 50 kg yaitu 64,43 kgf/5 cm. Sebaliknya, weft strength karung 50 kg mencapai 78,72 kgf/5 cm, lebih tinggi dibandingkan karung 40 kg sebesar 73,84 kgf/5 cm. Kondisi ini menunjukkan bahwa produsen lebih mengoptimalkan kekuatan arah pakan dibandingkan arah lusi pada karung berkapasitas besar. Hal tersebut dapat disebabkan oleh distribusi

beban selama proses pengangkutan yang lebih dominan diterima oleh arah horizontal sehingga diperlukan peningkatan kekuatan anyaman pada arah tersebut.

Secara keseluruhan, data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas karung tidak hanya diikuti oleh peningkatan berat dan gramatur, tetapi juga disertai penyesuaian karakteristik permeabilitas udara serta konfigurasi kekuatan anyaman untuk mempertahankan performa selama proses pengisian maupun distribusi semen.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Per Sampel Karung 40 Kg

Sampel	*Air Permeability* (Nm^3/h)	*Grammage* (gsm)	*Bag Weight* (g)
1	120	103.37	78.12
2	132	103.14	77.83
3	139	104.45	79.53
4	138	103.78	79.01
5	139	103.56	79.45
6	138	103.56	79.92

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Per Sampel Karung 50 Kg

Sampel	*Air Permeability* (Nm^3/h)	*Grammage* (gsm)	*Bag Weight* (g)
1	133	105.42	89.81
2	125	106.54	89.93
3	130	104.26	92.03
4	142	104.88	90.44
5	145	104.77	91.55
6	146	104.61	91.48

Hasil pengujian pada Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan adanya variasi nilai permeabilitas udara dan gramasi pada karung semen berbahan woven polypropylene (WPP) kapasitas 40 kg dan 50 kg. Variasi nilai tersebut menunjukkan bahwa karakteristik aliran udara pada karung semen dipengaruhi oleh struktur anyaman dan distribusi material penyusun pada masing-masing sampel.

Berdasarkan Tabel 2, nilai permeabilitas udara pada karung semen WPP kapasitas 40 kg berada pada rentang 120–139 Nm^3/h dengan nilai gramasi berkisar antara 103,14–104,45 gsm. Nilai permeabilitas udara tertinggi sebesar 139 Nm^3/h diperoleh pada sampel dengan gramasi 104,45 gsm dan 103,56 gsm, sedangkan nilai permeabilitas terendah sebesar 120 Nm^3/h diperoleh pada sampel dengan gramasi 103,37 gsm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perubahan kecil pada gramasi tidak selalu menghasilkan perubahan permeabilitas udara secara linier. Kondisi ini mengindikasikan bahwa selain gramasi, terdapat faktor lain yang turut memengaruhi karakteristik aliran udara, seperti ukuran pori, distribusi celah anyaman, dan tingkat kerapatan struktur woven.

Hasil pengujian pada Tabel 3 menunjukkan bahwa karung semen WPP kapasitas 50 kg memiliki rentang permeabilitas udara sebesar 125–146 Nm^3/h dengan nilai gramasi antara 104,26–106,54 gsm. Nilai permeabilitas udara tertinggi sebesar 146 Nm^3/h diperoleh pada sampel dengan gramasi 104,61 gsm, sedangkan nilai permeabilitas terendah sebesar 125 Nm^3/h diperoleh pada sampel dengan gramasi 106,54 gsm. Hasil tersebut menunjukkan kecenderungan bahwa peningkatan gramasi dapat menurunkan permeabilitas udara akibat meningkatnya kerapatan struktur anyaman dan berkurangnya ukuran pori efektif pada material woven polypropylene.

Jika dibandingkan, karung semen kapasitas 50 kg menunjukkan variasi permeabilitas udara yang lebih tinggi dibandingkan karung kapasitas 40 kg. Kondisi tersebut diduga dipengaruhi oleh perbedaan konfigurasi anyaman dan kebutuhan spesifikasi mekanik pada masing-masing kapasitas karung. Karung kapasitas 50 kg umumnya membutuhkan struktur anyaman yang lebih kuat untuk menahan beban semen yang lebih besar sehingga perubahan distribusi pita anyaman dan struktur pori menjadi

lebih kompleks. Perbedaan struktur tersebut menyebabkan hubungan antara gramasi dan permeabilitas udara tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah material penyusun, tetapi juga oleh geometri pori dan jalur aliran udara yang terbentuk pada struktur woven.

Karakteristik permeabilitas udara pada kedua jenis karung menunjukkan bahwa struktur woven polypropylene memiliki kemampuan ventilasi udara yang cukup baik untuk mendukung proses filling semen. Nilai permeabilitas udara yang berada pada rentang tersebut memungkinkan udara yang terperangkap di dalam kantong semen keluar selama proses pengisian berlangsung sehingga dapat membantu menjaga stabilitas bentuk kemasan dan mengurangi peningkatan tekanan internal pada karung. Namun demikian, permeabilitas udara yang terlalu tinggi juga berpotensi meningkatkan keluarnya debu semen melalui pori anyaman. Oleh karena itu, pengendalian gramasi dan struktur anyaman menjadi faktor penting dalam menentukan keseimbangan antara kekuatan kemasan dan performa ventilasi udara pada karung semen WPP.

Karakteristik permeabilitas udara pada karung semen berbahan woven polypropylene (WPP) dipengaruhi oleh struktur pori yang terbentuk dari konfigurasi anyaman pita polipropilena. Struktur woven menghasilkan ruang terbuka di antara arah lusi dan pakan yang berfungsi sebagai jalur aliran udara ketika terjadi perbedaan tekanan pada permukaan material. Semakin rapat struktur anyaman, maka ukuran dan jumlah pori efektif cenderung menurun sehingga hambatan terhadap aliran udara meningkat. Kondisi tersebut menyebabkan udara membutuhkan tekanan lebih besar untuk melewati struktur woven. Sebaliknya, struktur anyaman yang memiliki distribusi pori lebih terbuka memungkinkan udara mengalir lebih mudah melalui material. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan nilai gramasi tidak selalu menghasilkan perubahan permeabilitas udara secara linier, yang mengindikasikan bahwa permeabilitas udara pada karung semen WPP dipengaruhi tidak hanya oleh jumlah material penyusun, tetapi juga oleh geometri pori, distribusi celah anyaman, dan konfigurasi struktur woven.

Permeabilitas udara pada material woven berkaitan erat dengan tingkat porositas material. Porositas menggambarkan persentase ruang terbuka dalam struktur anyaman yang dapat dilalui udara. Penelitian Kalazić dkk. (2023) menunjukkan bahwa perubahan geometri pori dan distribusi ruang terbuka pada material woven memberikan pengaruh langsung terhadap karakteristik permeabilitas udara. Penelitian Zupin dkk. (2024) juga menjelaskan bahwa peningkatan kerapatan anyaman menyebabkan penurunan ukuran pori efektif sehingga resistansi terhadap aliran udara meningkat. Hasil penelitian ini menunjukkan kecenderungan yang serupa, terutama pada sampel dengan gramasi lebih tinggi yang memiliki nilai permeabilitas udara lebih rendah akibat struktur anyaman yang lebih rapat.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Chakroun dkk. (2021) yang menyatakan bahwa peningkatan massa permukaan dan ketebalan material woven dapat meningkatkan resistansi udara akibat semakin kompleksnya jalur aliran udara di dalam struktur kain. Namun demikian, hubungan antara gramasi dan permeabilitas udara pada penelitian ini tidak menunjukkan pola linier yang sempurna. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa karakteristik aliran udara pada karung semen WPP merupakan hasil interaksi kompleks antara gramasi, kerapatan anyaman, ukuran pori, dan konfigurasi pita polipropilena pada struktur woven.

D. PENUTUP

Simpulan

Program Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT Semen Tonasa Makassar memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menerapkan secara langsung pengujian permeabilitas udara pada karung semen woven polypropylene (WPP) sebagai salah satu parameter penting dalam pengendalian mutu kemasan semen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa karung semen WPP berkapasitas 50 kg memiliki nilai permeabilitas

udara rata-rata lebih tinggi (140,00 Nm^3/jam) dibandingkan karung 40 kg (134,40 Nm^3/jam), dengan gramatur masing-masing sebesar 104,93 gsm dan 103,64 gsm. Meskipun demikian, hubungan antara gramatur dan permeabilitas udara tidak bersifat linear karena dipengaruhi oleh struktur pori dan konfigurasi anyaman kain WPP. Secara keseluruhan, kedua jenis karung memiliki karakteristik permeabilitas udara yang baik sehingga mampu mendukung proses pengisian semen secara optimal. Kegiatan PKL ini tidak hanya memberikan pengalaman praktis kepada mahasiswa dalam menerapkan metode pengujian dan pengendalian mutu di laboratorium industri, tetapi juga meningkatkan pemahaman mengenai pentingnya karakterisasi material kemasan dalam menjaga efisiensi proses pengemasan serta kualitas produk semen.

Saran

PT Semen Tonasa disarankan terus mempertahankan pengendalian mutu karung semen woven polypropylene (WPP), terutama pada parameter permeabilitas udara dan gramatur, guna menjamin kualitas proses pengemasan semen. Selain itu, program Praktik Kerja Lapangan (PKL) perlu terus dikembangkan sebagai sarana pembelajaran bagi mahasiswa agar memperoleh pengalaman langsung dalam penerapan pengujian mutu di lingkungan industri. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji hubungan permeabilitas udara dengan parameter mutu lainnya, seperti kekuatan sobek, ketahanan jahitan, dan struktur mikro anyaman, sehingga diperoleh karakterisasi karung WPP yang lebih komprehensif.

E. DAFTAR PUSTAKA

Adámek, K., Havelka, A., Kůs, Z., & Mazari, A. (2021). Correlation of air permeability to other breathability parameters of textiles. Polymers, 14(1), 140. https://doi.org/10.3390/polym14010140

Chakroun, M. G., Benltoufa, S., & Fayala, F. (2021). The effect of fabric's structure on the breathability and the drying rate properties. Communications in Development and Assembling of Textile Products, 2(1), 61–69. https://doi.org/10.25367/cdatp.2021.2.p61-69

Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. (2023). Laporan tahunan PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk tahun 2023. PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk.

Kalazić, A., Badrov, T., Schwarz, I., & Brnada, S. (2023). Incorporating variable porosity into the determination of effective permeability in interchanging double cloth woven fabrics using Darcy's law. Polymers, 15(14), 3048. https://doi.org/10.3390/polym15143048

Kumar, R., Rajalakshmi, M., Vimal, J. T., Hayavadana, J., Christy, P. B., & Prakash, C. (2025). Effect of weave parameters on air resistance of fabric made from doubled yarns and with different weave structures. Textile Research Journal. https://doi.org/10.1177/24723444241288274

Ramadhani, M. R., Setyawan, E. Y., & Febritasari, R. (2026). Pengaruh Variasi Ukuran Benang terhadap Kekuatan Tarik pada Perajutan Karung Plastik. Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi, 6(1), 210-214.

Sabantina, L., & Ehrmann, A. (2023). New testing device for air permeability. Communications in Development and Assembling of Textile Products, 4(2), 164–170. https://doi.org/10.25367/cdatp.2023.4.p164-170

Seboka, N. (2022). Experimental Investigation of Effects of Fabric Thickness, Loop Shape Factor, Fabric Tightness Factor and Aerial Weight on Air Permeability of Pique Cotton Knitted Fabric. Int. J. Sci. Res. in Computer Science and Engineering, 10(3).

Spädt, D., Richter, N., Golle, C., Ehrmann, A., & Sabantina, L. (2024). Comparison of a custom-made inexpensive air permeability tester with a standardized measurement instrument. Technologies, 12(6), 79. https://doi.org/10.3390/technologies12060079

Wu, Y., Shi, P., Yang, Q., & Zhang, N. (2024). Effect of packaging method and storage environment on activity of magnesium oxide and mechanical properties of basic magnesium sulfate cement. Materials, 17(15), 3628.

https://doi.org/10.3390/ma17153628

Zupin, Ž., Štampfl, V., Kočevar, T. N., & Gabrijelčič Tomc, H. (2024). Comparison of measured and calculated porosity parameters of woven fabrics to results obtained with image analysis. Materials, 17(4), 783. https://doi.org/10.3390/ma17040783