

# **ANALISIS VARIASI *OLDING TIME* DAN MEDIA PENDINGIN PROSES *HARDENING* DAN *TEMPERING* PADA BAJA AISI 1042 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

**Adji Dzurfanny Bucika Luisetiawan<sup>1</sup>, Priyagung Hartono<sup>2</sup>, Ismi Choirotin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universitas Islam Malang.

email: fanny.luis2000@gmail.com

<sup>2</sup>Universitas Islam Malang.

email: priyagung@unisma.ac.id

<sup>3</sup>Universitas Islam Malang

email: ismi.choirotin@unisma.ac.id

## **ABSTRAK**

Banyaknya kegagalan produk mekanis yang ditemui, semisal contohnya kelelahan akibat dari proses produksi atau alat yang dipakai mengakibatkan kerusakan. Untuk itu peneliti perlu mengembangkan pengujian atau penelitian supaya mendapatkan hasil yang diinginkan. Heat treatment proses Hardening pada spesimen baja AISI 1042 di holding time juga di variasi media pendingin yang berbeda-beda agar mendapatkan hasil kekerasan yang baik atau sempurna, pengujian ini merupakan uji kekerasan dan struktur mikro menggunakan mikroskop optik metalografi dengan pembesaran 300x. Pengujian atau penelitian ini didapatkan hasil bahwa mikrostruktur presentase perlit lebih banyak dibandingkan ferit, sedangkan ekerannya di dapatkan yang lebih besar ialah proses hardening dibandingkan tempering yang lebih kecil kekerasannya Diakibatkan oleh suhu, holding time, dan variasi media pendingin yang berbeda.

**Kata kunci:** Hardening, Holding time, kekerasan, struktur mikro

## **ABSTRACT**

Many mechanical product failures are encountered, such as fatigue as a result of the production process or the tools used resulting in damage. For this reason, researchers need to develop tests or research in order to get the desired results. Heat treatment Hardening process on AISI 1042 steel specimens at holding time also in a variety of different cooling media in order to get good or perfect hardness results, this test is a hardness and microstructure test using a metallographic optical microscope with 300x magnification. This test or research showed that the microstructure percentage of pearlite is more than that of ferrite, while the hardening obtained is greater, namely the hardening process compared to tempering, which has a lower hardness due to temperature, holding time, and different variations of cooling media.

**Keywords:** Hardening, Holding time, hardness, microstructure

## PENDAHULUAN

Ilmu dan teknologi berkembang pesat hingga mengalami peningkatan yang pesat dalam industri maupun masyarakat. Logam ataupun baja sangat sering digunakan, dikembangkan, dan dieksperimen untuk dijadikan bahan atau alat untuk digunakan sebagai bahan material yang diinginkan.

Baja Aisi 1042 merupakan baja karbon sedang dimana terdapat kandungan Carbon (0,40% - 0,47%), Mangan (0,6% - 0,9%), Posfor ( $\leq 0,04\%$ ), Sulfur ( $\leq 0,05\%$ ) dan baja karbon sedang memiliki kandungan 0,30% - 0,60%. Baja karbon ini yang banyak digunakan bahan dasar pembuatan mur, baut, atupun roda gigi.

Hal ini dunia Industri banyak membutuhkan bahan ataupun material yang keras, biasanya untuk mendapatkan material yang kuat dilakukan proses *Hardening* (Kekerasan) sehingga material mengalami peningkatan kekerasan dan akan mengalami penurunan sifat keuletan atau ketangguhannya.

Sebagian baja yang telah berubah menjadi bagian mesin-mesin, bahan ini dapat dioperasikan secara berkelanjutan hingga periode yang tidak ditentukan dan akan mengalami berbagai gaya tekan, tarik, gesek, gaya yang lainnya. sehingga baja yang sedang itu tadi perlu perlakuan panas (*Heat Treatment*) yang membuat sifat keras dan ulet. Proses ini bertujuan untuk mengubah sifat atau structural sehingga kekerannya baja karbon sedang meningkat dari sebelum dilakukan perlakuan panas, dan ini tergantung *holding time* dan media pendinginnya.

Proses waktu penahan panas (*Holding Time*) adalah proses penahan panas pada proses (*Heat treatment*) dengan memvariasikan lamawaktu yang ditentukan atau disarankan untuk material yang akan di uji dan bagi penguji. *Holding time* ini berpengaruh sekali terhadap transformasi, apabila terlalu lama *Holding time* terjadi transformasi yang bisa menurunkan kekerasan.

Bahan Pendingin ialah sebuah esensi yang difungsikan pada penentuan kecepatan pendingin yang dijalankan pada suatu bahan/material yang sudah diujikan pada tindakan pemanasan itu sendiri memberikan pendinginan yang cepat, oli dan *aloe vera* pendinginannya sedang karena sebanding.

Temperatur sendiri juga berpengaruh dalam melakukan pengerasan *Hardening* maupun *Tempering*, apabila pemanasan di daerah kritis akan terbentuk struktur mikro yang solid, dan yang diinginkan tercapai.

Metode yang digunakan untuk pengujian sendiri menguji kekerasanspesimen dan struktur mikro spesimen

Pengujian kekerasan fan strukturmikro *Rockwell* ini sendiri terdapat jenis indenter yaitu kerucut intan dan bola baja.

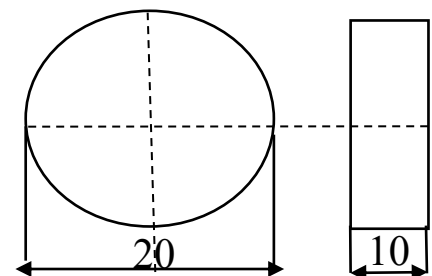
## METODE

Penelitian kali ini memakai metode eksperimental (true experimental). Percobaan ini dilakukan bertempat Laboratorium Teknik Mesin, Universitas Polinema Malang dan Laboratorium Pengujian Bahan, Teknik Mesin, Universitas Malang (Um). Dengan peralatan yang di siapkan guna memperoleh dampak variasi *holding time* serta bahan pendingin pada daya keras serta strukturmikro pada material baja aisi 1042 ini Agar terciptanya bahan yang diinginkan tercapai.

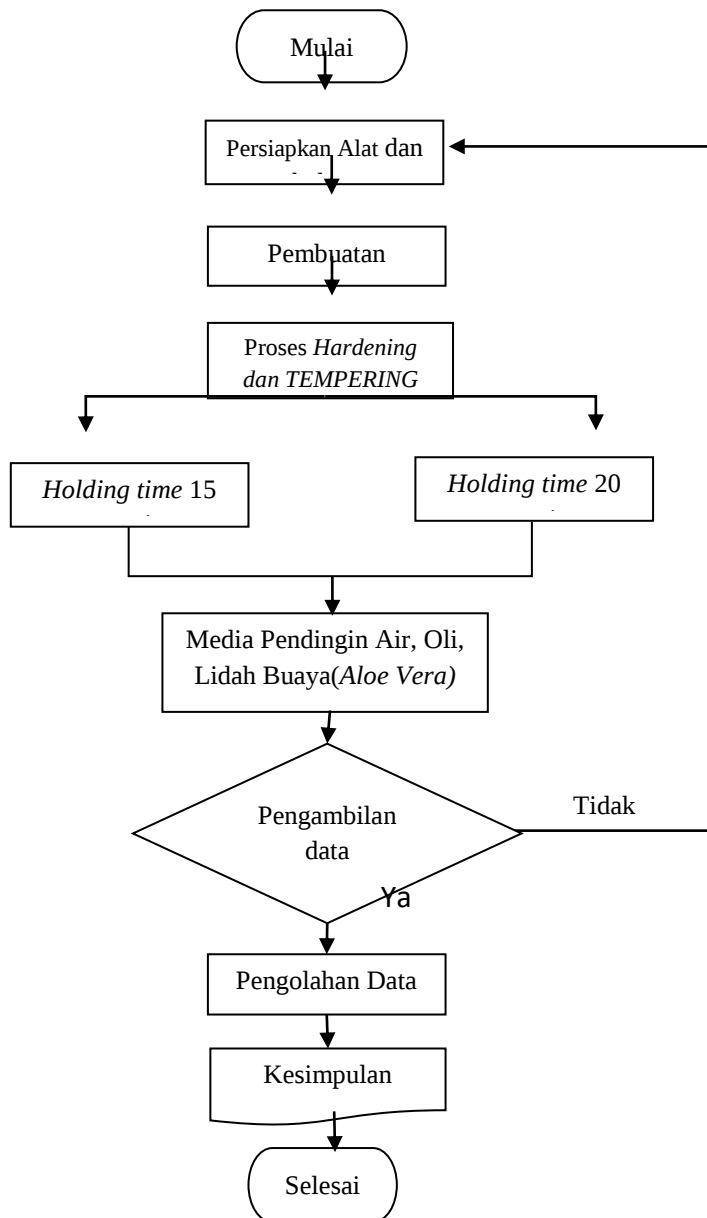
Tahapan Diagram alir penelitian ini diawali dengan mempersiapkan alat dan bahan, dimana bahan yang akan di lakukan penelitian sebanyak 6 dimana 1 buah tanpa perlakuan panas, perlakuan tersebut nanti dibagi menjadi 2 perlakuan *Holding time* dan 3 media pendingin yang berbed, yaitu *Holding time* 15, 20 menit dan media dingin berupa air, oli SAE 10w-30, dan *aloe vera* (lidah buaya). Dalam penelitian ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali pengulangan di tiap *Holding time* dan media penninginan.

Pengujian *Heat tretmen* proses *Hardening* dilakukan untuk mengetahui data dan struktur yang dilakukan pada spesimen. Pengujian proses *Haerdening* kali menggunakan material Baja aisi 1042 yang merupakan baja karbon sedang. Dari data hasil pengujian *Heat treatment proses Hardening* dan strukturmikro hingga didapatkan data berikutnya akan dilakukan pengolahan data. Metode analisa data hasil pengujian pada penelitian kali ini yaitu menggunakan ANOVA dua arah dimana akan diketahui pengaruh interaksi kedua faktor tersebut ada pengaruhnya atau tidak dari pengujian analisis eksperimen yang berbeda.

Sampel atau gambar dari bahan yang digunakan, diagram alir penelitian kali ini bisa dilihat dalam Gambar satu, meliputi:



Gambar 1. dimensi benda uji



Gambar 2. Diagram Alir

Tabel 1. Hasil Uji proses *Hardening* Baja AISI 1042

| No.           | Holding Time | Media Pendingin            |                            |                            |
|---------------|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|               |              | Air sumur Bor              | Oli SAE                    | Aloe vera                  |
| 1             | 15 Menit     | 23 HRc<br>24 HRc<br>25 HRc | 48 HRc<br>49 HRc<br>48 HRc | 24 HRc<br>24 HRc<br>26 HRc |
| Rata-rata HRc |              | 24 HRc                     | 48,33 HRc                  | 24,66 HRc                  |
| 2             | 20 Menit     | 20 HRc<br>27 HRc<br>30 HRc | 52 HRc<br>52 HRc<br>53 HRc | 29 HRc<br>29 HRc<br>30 HRc |
| Rata-rata HRc |              | 25,66 HRc                  | 52,33 HRc                  | 29,33 HRc                  |
| 3             | RAW          | 13 HRc                     |                            |                            |

Tabel 2. Hasil Uji proses *Tempering* Baja AISI 1042

## HASIL DAN PEMBAHASAN

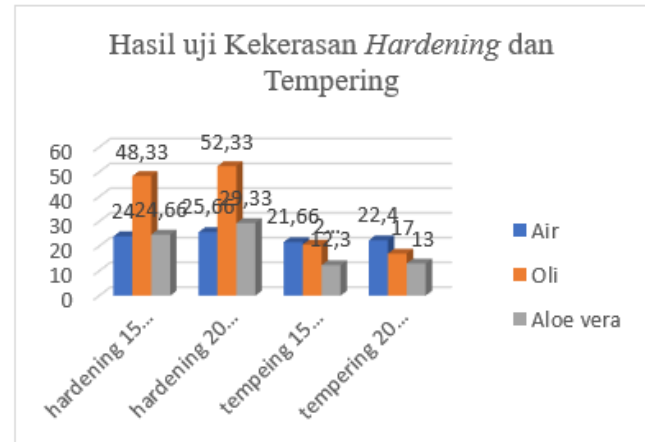
### 1. Hasil Penelitian kekerasan *Hardening*

Hasil uji daya keras sendiri terhadap bahan uji baja AISI 1042 variasi *Holding time* dan media pendingin dijalankan memakai peralatan *dial indicator* dimana cara dalam mengukurnya melalui peletakan *dial indicator* terhadap sejumlah titik yang sudah ditetapkan yaitu 3 titik dalam setiap specimen yang berjumlah 7 buah. Pengujian ini dilakukan agar dapat mendapatkan hasil yang diinginkan tercapai.

| No | Holding Time  | Media Pendingin |                              |           |
|----|---------------|-----------------|------------------------------|-----------|
|    |               | Air sumur Bor   | Oli SAE                      | Aloe vera |
| 1  | 15 Menit      | 20 HRc          | 20 HRc<br>21 HRc<br>21,5 HRc | 11 HRc    |
|    |               | 23 HRc          |                              | 11 HRc    |
|    |               | 24,2 HRc        |                              | 13 HRc    |
|    | Rata-rata HRc | 22,4 HRc        | 20,6 HRc                     | 12,3 HRc  |
| 2  | 20 Menit      | 21 HRc          | 17 HRc<br>17 HRc<br>17 HRc   | 11 HRc    |
|    |               | 22 HRc          |                              | 13 HRc    |
|    |               | 22 HRc          |                              | 15 HRc    |
|    | Rata-rata HRc | 21,66 HRc       | 17 HRc                       | 13 HRc    |
| 3  | RA W          | 13 HRc          |                              |           |

## 2. Grafik Hasil Pengujian Distorsi

Tabel diatas dapat dibuat grafik diagram perbandingan dari kekerasan hasil dari pengujian *Hardening* dan *Tempering* dapat dilihat meliputi:



Gambar 2. Grafik diagram perbandingan *Hardening* dan *Tempering*

Dilihat pada gambar grafik 2. . Grafik diagram perbandingan *Hardening* dan *Tempering* setelah dilakukan *Heat treatment* didapatkan nilai kekerasan rata-rata terendah pada spesimen perlakuan *Tempering* idengan Holdingtime 15 menit karena suhu yang semakin menurun dari proses sebelumnya yaitu *Hardening*, dan perlakuan yang meningkat atau meninggi yaitu pada proses *Hardening* pada Holdingtime 20 menit karena di proses Holding time yang lebih lama maka specimen itu semakin meningkat kekuatannya dari bahan yang tidak ada perlakuan *Heattreatment*.

## 3. Analisa Data Kekerasan Hardening dan Tempering

Seesudah melakukan pengujian kekerasan selanjutnya menganalisa data nilai kekerasan dengan metode ANOVA dua arah.

### Hasil Analisa Hardening

- Karena  $F_{0,05(1,12)} = 4,75 > F_{hit} = 105,000$  , maka  $H_0$  ditolak. Jadi tidak ada hasil perbedaan hasil rata-rata untuk ketiga variasi pendingin oli yang digunakan.
- Karena  $F_{0,05(2,12)} = 3,89 < F_{hit} = 37,45$ , maka  $H_0$  ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan hasil rata-rata uji kekerasan untuk ketiga variasi media pendingin
- Karena  $F_{0,05(2,12)} = 3,89 > F_{hit} = 253,85$ , maka  $H_0$  ditolak. Jadi ada interaksi antara variasi Holding time dan media pendingin.

### Tempering

- Karena  $F_{0,05(1,12)} = 4,75 > F_{hit} = 20,69$ , maka  $H_0$  ditolak. Jadi ada perbedaan hasil

rata-rata untuk titik pengujian kekerasan di *Holding time TEMPEING*.

- Karena  $F_{0,05(2,12)} = 3,89 < F_{hit} = 318,89$  , maka  $H_0$  ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan hasil rata-rata uji kekerasan untuk ketiga variasi media pendingin
- Karena  $F_{0,05(2,12)} = 3,89 > F_{hit} = 76,865$ , maka  $H_0$  diterima. Jadi tidak ada interaksi antara variasi *Holding time* dan media pendingin *TEMPERING*.

#### 4. Hasil Penelitian Uji Struktur Mikro

Hasil pengujian kekerasan tadi dilanjutkan dengan pengamatan struktur mikro. Pada pengujian inipengamatan struktur mikro digunakan pembesaran 300x dan melakukan pengamatan presentase kandungan yang berada di dalam foto tersebut bisa ditunjukkan tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekuatan Strukturmikro *Hardening*

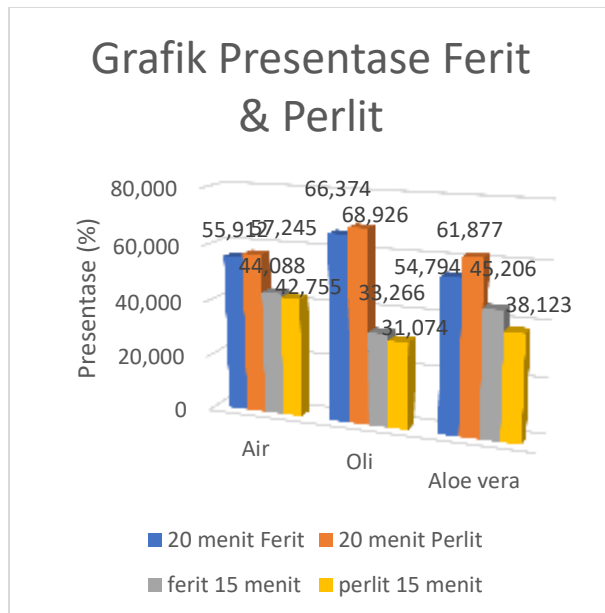
| Eks | Variasi media pendingin | Nilai Struktur Mikro 300x |               |              |               |
|-----|-------------------------|---------------------------|---------------|--------------|---------------|
|     |                         | 15 Menit                  |               | 20 Menit     |               |
|     |                         | <i>Ferit</i>              | <i>Perlit</i> | <i>Ferit</i> | <i>Perlit</i> |
| 1   | Air sumur bor           | 44,088                    | 42,755        | 55,912       | 57,245        |
| 2   | Oli SAE 10w-30          | 33,266                    | 31,074        | 66,374       | 68,926        |
| 3   | <i>Aloe vera</i>        | 33,266                    | 31,074        | 66,374       | 68,926        |

Tabel 4. Hasil Pengujian Kekuatan strukturmikro *Tempering*

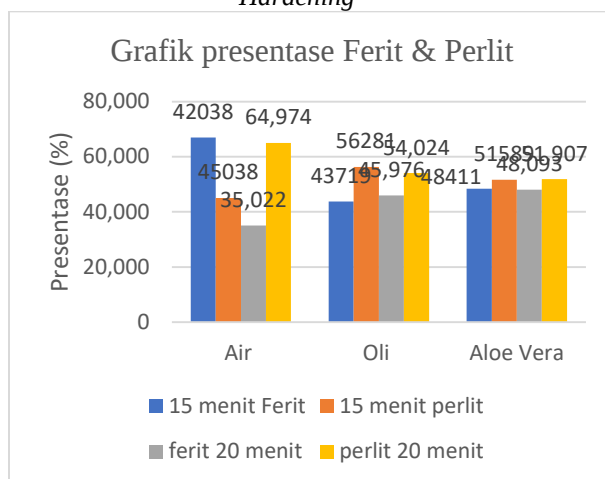
| Eks | Variasi media pendingin | Nilai Struktur Mikro 300x |        |          |        |
|-----|-------------------------|---------------------------|--------|----------|--------|
|     |                         | 15 menit                  |        | 20 menit |        |
|     |                         | Perlit                    | Ferit  | Perlit   | Ferit  |
| 1   | Air sumur bor           | 42,038                    | 45,038 | 45,038   | 43,978 |
| 2   | Oli SAE 10w-30          | 43,719                    | 56,281 | 45,976   | 48,024 |
| 3   | <i>Aloe vera</i>        | 48,411                    | 51,589 | 48,038   | 51,907 |

#### 5. Grafik Pengujian Kekuatan struktur mikro

Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat grafik histogram hasil presentase kekuatan struktur mikro dapat dilihat pada grafik histogram sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik histogram dari perlakuan *Hardening*

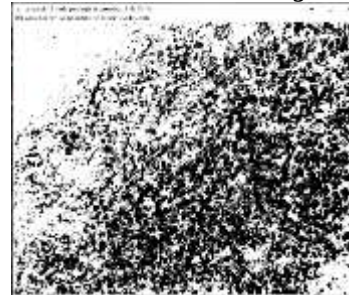


Gambar 4. Grafik histogram dari perlakuan *Tempering*

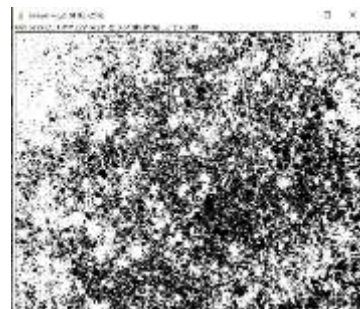
Berdasarkan grafik 3 dan 4 didapatkan kekuatan struktur mikro dalam 1 kali pengulangan dan nilai presentase di dapatkan hasil yaitu presentase perlit lebih banyak di dalam proses *Hardening* di bandingkan jumlah *ferit*, dan jumlah *perlit* di pengaruhi oleh *Holding time* yang lebih lama dan media pendinginannya yang viskositasnya lebih kecil yang mengakibatkan presentase *perlit* lebih banyak sehingga kekerasannya lebih tinggi dari pada proses *Temperin*, yang dimana proses *Tempering* ini lebih banyak kandungan *ferit* nya dibandingkan jumlah *perlit* itu diakibatkan dari pengaruh proses *Hardening*.

Dibawah merupakan contoh gambar atau foto dari struktur mikro *Hardening* dan *tempering* variasi *Holding time* :

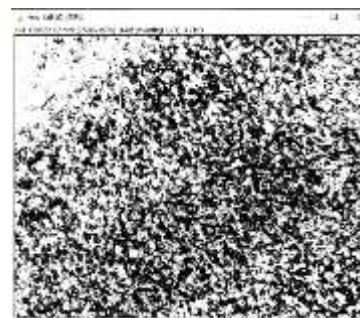
#### • Proses *Hardening*



Gambar 5. struktur mikro *holding time* 15 menit

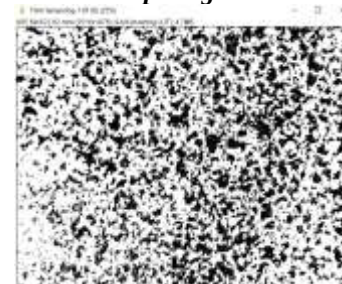


Gambar 6. struktur mikro *holding time* 20 menit



Gambar 7. struktur mikro Tanpa perlakuan (RAW)

#### • Proses *Tempering*



Gambar 8. struktur mikro *holding time* 15 menit



- [4] Korawan, A. D. (2022). "*HARDENING BAJA AISI-4120 DENGAN VARIASI HOLDING TIME*". 8(1), 19–23.
- [5] P Hartono, P., Suprpto, A., & Irawan, Y. S. (n.d.). "*1 CHARACTERIZATION OF ALOE VERA AS 2 CUTTING FLUID*".
- [6] I Kurniawan, B. E., & Setiyorini, Y. (2014). "Pengaruh variasi Holding Time Pada Perlakuan Panas Quench Annealing Terhadap Sifat Mekanik dan Mikro Struktur Pada Baja Mangan AISI 3401". *Jurnal Teknik Its*, 3(1), F113–F116.
- [7] Purnomo, D. J., Jokosisworo, S., & Budiarto, U. (2019). "Analisa Pengaruh Holding Time Tempering Terhadap Kekerasan, Keuletan, Ketangguhan dan Struktur Mikro Pada Baja ST 70". *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(1), 49–58. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/22886>
- [8] Rabiatal Adawiyah, Murdjani, A. H. (2014). "Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Strukturmikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses Hardening". *Jurnal Poros Teknik*, 6(2), 88–95. [9] ASTM D7972-14, *Standard Test Method for Flexural Strength of Manufactured*, vol. i. 2015. doi: 10.1520/D7972-14.2.