



## PERAN POLIMER SUPER ABSORBEN PADA POPOK BAYI DALAM MENGONTROL KELEMBABAN TANAH

Nurfika Ramdani<sup>1\*</sup>, Mariaulfa Mustam<sup>2</sup>, Adhyatma Prawira Harun<sup>3</sup>, Husain Azis<sup>4</sup>, I Made Agus Setiawan<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Kimia Fakultas Teknik Universitas Teknologi Sulawesi

Diterima: 25 Mei 2021    Direvisi: 19 Juni 2021    Diterbitkan : 01 Juli 2021

### ABSTRACT

The problem of disposable diaper waste is a serious problem that challenges the environment. Therefore, researchers are trying to use diaper waste in agriculture. Literature studies have been carried out as a form of scientific articles. The aim of this literature review are determine the absorption ability of Super Absorbent Polymers (SAP) on the effect of pH, temperature, salinity and soil moisture with the addition of Super Absorbent Polymer (SAP). This study was expected to increase knowledge about Super Absorbent Polymer (SAP) and its application related to the agricultural sector. From the results of the literature study, it was concluded that the swelling ability of the SAP reached the optimum conditions at pH 6.5 and 9, while the influence of temperature on the swelling ability of the SAP occurred at temperatures of 25°C, 50°C and 75°C. Swelling capacity conditions using saline solution showed a decrease in swelling capacity as the concentration of the salt solution increased. Soil moisture by adding super absorbent polymer showed significant results, which was 3 times higher than without SAP, i.e. moisture could last up to 18 days from the first day of watering but not for all types of plants.

**Keywords:** Disposable diaper, soil moisture, swelling capacity, super absorbent polyme

### PENDAHULUAN

Bagi keluarga yang memiliki bayi dan balita pasti muncul permasalahan seperti limbah popok bayi. Popok bayi sekali pakai diciptakan untuk kepraktisan orangtua. Namun, dibalik kepraktisan popok sekali pakai tersebut muncul permasalahan serius yang mengancam lingkungan (Dahlana et al. 2014). Berdasarkan sensus penduduk angka kelahiran bayi hingga tahun 2017 mencapai 4,8 juta jiwa. Bila diasumsikan seluruh bayi menggunakan popok sekali pakai maka limbah popok bayi mencapai kurang lebih 5 miliar popok per tahun. Tingginya

pemakaian popok bayi tanpa diimbangi sistem pengelolaan atau pemanfaatan limbah tersebut maka akan menjadi permasalahan di bidang lingkungan (Dahlana et al. 2014; Tembo dan Chazireni, 2017). Masalah yang timbul mendorong para peneliti untuk mengupayakan pemanfaatan limbah popok bayi tersebut sehingga dapat memberikan pengaruh positif bagi lingkungan.

Produk sekali pakai seperti popok bayi menjadi salah satu masalah yang mengancam kelestarian lingkungan. Popok bayi yang dibuang di tempat penampungan sampah tidak diolah dengan baik sehingga banyak

\*Correspondence Address

E-mail: \*ikhanurfikaramdani@gmail.com

peneliti yang terdorong dalam pemulihan bahan popok bayi yang dapat dimanfaatkan kembali sehingga memungkinkan dalam pelestarian lingkungan (Sanchez-Orozco et al. 2017).

Daur ulang limbah merupakan aspek penting dari kelestarian lingkungan, di sisi lain, meminimalkan produk limbah yang ditempatkan di TPA, mendorong pemulihan bahan yang dapat digunakan kembali dalam siklus produktif baru, mencegah penggunaan energi dan konsumsi bahan baku segar, serta memungkinkan pelestarian sumber daya alam. dan lingkungan untuk generasi mendatang. Sebuah metode telah dipatenkan untuk memisahkan produk seperti popok sekali pakai yang mengandung polimer superabsorben menjadi bagian penyusunnya, termasuk komponen plastik, polimer super absorben, dan serat selulosa, serta penyempurnaan lebih lanjut dari bagian penyusun tersebut.

Popok merupakan peralatan yang berperan sebagai penampungan sisa metabolisme seperti air seni dan feses yang terbuat dari polimer yang memiliki daya serap tinggi. Polimer berdaya serap tinggi tersebut adalah poliakrilat dan selulosa. Polimer yang terkandung di dalam popok berupa natrium poliakrilat. Sedangkan selulosa yang digunakan merupakan bahan wol yang berguna sebagai perantara antara kulit dan natrium poliakrilat karena sifat poliakrilat yang iritan terhadap kulit, apalagi

bila bersentuhan dengan kulit bayi yang hipoalergi (Counts et al. 2017).

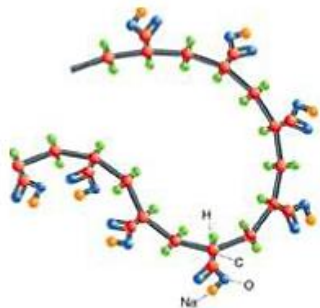
Poliakrilat memiliki struktur yang berlipat-lipat dalam keadaan padat (*solid*), namun saat diberi air maka lipatan-lipatan tersebut mulai terbuka dan diisi oleh air sehingga menjadi membengkak (*swelling*) membentuk gel. Interaksi ion Na<sup>+</sup> pada natrium poliakrilat yang awalnya sangat berdekatan dengan gugus karbonil menjadi lebih renggang akibat adanya air yang memiliki interaksi kuat yakni ikatan hidrogen antarmolekul (Mahon et al. 2019). Polimer tersebut dapat digunakan sebagai media tanam yang berguna untuk menjaga kelembaban tanah sehingga tanah tidak mengalami kekeringan. Proses ini berlangsung akibat pelepasan air yang terkandung didalam popok tersebut terjadi secara perlahan (Abobatta, 2018). Secara umum komposisi popok sekali pakai terdiri dari serat polimer super absorben 39%, serat standar 23%, serat terkompresi 20%, serat *Polyethylene Terephthalate* (PET) 9%, serat pengikat 4%, serat tisu 3% dan pengikat lateks 2% (Kakonke et al. 2019).

Kemampuan polimer super absorben dalam menyerap air per gram polimer super absorben kering mencapai 189 g/g selama 30 menit. Setelah 30 menit kemampuan menyerapnya menjadi landai akibat kejenuhan air di dalam Polimer Super Absorben tersebut (*Super Absorbent Polymer: SAP*). Hal ini dapat diterima dalam

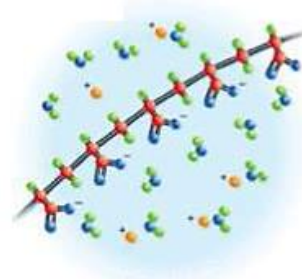
penerapannya di bidang pertanian. Kemampuan penyerapan air oleh polimer super absorben ini sesuai dengan karakteristik dari polimer super absorben yaitu memiliki banyak gugus hidrofilik (penyuka air), derajat ikatan silang yang sesuai dan strukur jaringan tiga dimensi yang menghasilkan tekanan osmotik (Sanchez-Orozco et al. 2017).

Pemanfaatan polimer super absorben dalam berbagai bidang seperti bidang konstruksi, energi, farmasi dan pertania n

telah banyak dilakukan (Mechtcherine et al. 2021; Torrijos et al. 2014; Liang et al. 2018; Liang et al. 2018; Ching et. al. 2020; Cao et al. 2021; Kenawy et al. 2021). Dalam bidang pertanian, pada umumnya memanfaatkan polimer super absorben sebagai media tanam, pengontrol penggunaan pestisida, penstabil struktur tanah, dapat melembabkan tanah hingga pelepasan nutrisi ke dalam tanah menjadi lebih baik dan efektif (Roy et al. 2014; Millani et al. 2017; Essawy et al. 2016; Sanchez-Orozco et al. 2017).



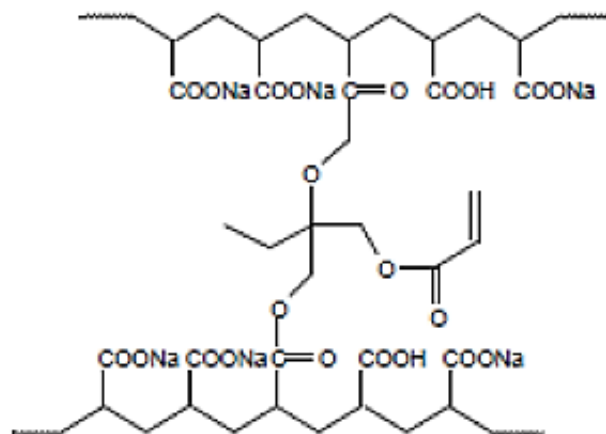
Struktur Natrium Poliakrilat saat kering



Struktur Natrium Poliakrilat ketika di dalam air

**Gambar 1.** Interaksi Natrium Poliakrilat dengan air

(<http://www.madsci.org/posts/archives/2008-04/1207055756.Eg.r.html>)



**Gambar 2.** Struktur Kimia dari Natrium Poliakrilat

(<https://studylib.net/doc/7399307/sodium-polyacrylate-icls-1314>)

Sifat polimer super absorben yang memiliki kemampuan penyerapan yang tinggi tersebut menjadikan polimer ini dapat digunakan sebagai material pengontrol kelembaban tanah. Oleh karena itu, kemampuan penyerapan polimer super absorben ini menjadi hal yang penting untuk dikaji. Dengan demikian tujuan dari studi literatur ini adalah mengkaji kemampuan penyerapan polimer super absorben terhadap pengaruh pH, temperatur, larutan garam, dan kelembaban tanah dengan adanya penambahan polimer super absorben. Kajian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan kajian tentang polimer super absorben serta penerapannya terkait bidang pertanian.

## METODE PENELITIAN

Kajian literatur ini dilakukan dengan cara pencarian data penelitian terdahulu terkait hal-hal yang berkaitan dengan kemampuan penyerapan polimer super absorben terhadap adanya pengaruh pH, temperatur, salinitas serta pengaruh kelembaban tanah terhadap penambahan polimer super absorben.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Pengaruh pH terhadap penyerapan polimer super absorben (Kapasitas *swelling*)

Pengukuran kapasitas penyerapan (kapasitas *swelling*) dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri. Polimer super absorben memiliki respon terhadap pH

sehingga mempengaruhi performa penyerapan polimer itu sendiri. Kapasitas *swelling* polimer super absorben diukur pada kondisi rentang pH 6,5-12 (Mahon et al. 2020). Kondisi optimum ditunjukkan pada pH 6,5 dan 9 pada suhu 25°C. Kondisi optimum pada pH 9 terjadi setelah 2 jam dan setelah periode 4 dan 6 jam bergeser ke pH 6,5. Hal ini sesuai dengan Lenji et al. (2018) yang juga mengamati pengaruh pH terhadap kapasitas *swelling* pada suhu 30°C yang menunjukkan optimum pada pH 7 dan 9.

Fenomena ini disebabkan oleh banyaknya gugus karboksilat yang mengurangi interaksi ikatan hidrogen. Dalam kondisi asam, sebagian besar gugus karboksilat (-COOH; -COO-) akan terprotonasi. Hal ini menyebabkan penurunan tolakan kelompok anionik sehingga menurunkan kapasitas *swelling*. Pada kondisi netral, kekuatan ionik lebih kecil sehingga memberikan kapasitas *swelling* yang lebih tinggi. Hal ini karena superabsorben adalah polimer anionik yang mengandung sebagian besar gugus hidrofilik dan berperan dalam proses *swelling* serta mengakibatkan adanya perubahan kemampuan *swelling* akibat kondisi pH yang berubah. Pada kondisi pH 12, terjadi peningkatan kekuatan ionik sehingga terjadi penurunan tekanan osmotik ionik dan juga mendorong penurunan kemampuan pembengkakan dalam kesetimbangan. Dari kajian tersebut dapat diketahui bahwa peran polimer super absorben di lahan pertanian dengan kondisi pH tersebut dimungkinkan

terjadi (Sanchez-Orozco et al. 2017). Hal tersebut juga terlihat pada penelitian lain oleh Cheng (2015).

Berdasarkan teori tekanan osmotik ion:

$$\pi_{ion} = RT \sum (C_i^g - C_i^s) \quad (1)$$

Dimana

$C_i^s$  adalah konsentrasi molar ion bergerak pada

sampel yang *swelling*;

$C_i^g$  adalah ion yang ada pada cairan aktivasi;

R adalah konstanta fasa

T adalah temperatur absolut/mutlak

$\pi_{ion}$  adalah tekanan osmotik ion

Dari persamaan (1), menunjukkan dalam kondisi netral  $C_i^s$  sangat kecil yang menyebabkan nilai  $\pi_{ion}$  menjadi lebih besar (Mahon et al. 2020).

### **b. Pengaruh temperatur terhadap penyerapan polimer super absorben**

Zhang et al. (2015) dan Sanchez-Orozco (2017) menentukan pengaruh pH terhadap kapasitas *swelling* pada rentang 25-50°C. Polimer super absorben tersebut menunjukkan adanya perubahan secara terus menerus yang signifikan dalam kadar air sebagai fungsi suhu. Suhu optimum yang ditunjukkan adalah 50°C, dimana secara termal lebih menguntungkan bagi molekul air untuk membentuk ikatan hidrogen dengan gugus polar dalam struktur polimer super absorben. Hal ini memungkinkan bagi polimer super absorben untuk

meningkatkan kapasitas *swelling*nya secara maksimum. Kapasitas *swelling* meningkat secara signifikan karena peningkatan mobilitas bagian rantai polimer super absorben. Namun di atas temperatur 50°C berkurang drastis, dikarenakan proses *swelling* diinduksi oleh putusanya ikatan hidrogen antar molekul air dan rantai jaringan polimer super absorben tiga dimensi (Sanchez-Orozco et al. 2020).

Mahon et al. (2020) juga melakukan pengamatan pengaruh suhu terhadap kapasitas *swelling* yang ditunjukkan bahwa setelah 2 jam proses *swelling*, penyerapan asam akrilamida-ko-akrilat garam kalium menurun dengan meningkatnya suhu hingga suhu maksimum 25°C sedangkan kapasitas *swelling* terendah berada pada suhu di atas 100°C. Pada suhu 25°C, jaringan polimer membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air, mengembangkan hidrasi kulit di sekitar gugus hidrofilik yang dapat meningkatkan kapasitas serapan air hingga daya serap maksimum sebesar 285 g/g. Namun dengan meningkatnya suhu, terjadi penurunan serapan karena elastisitas jaringan polimer yang terhubung silang (*crossed-link*) yang mengarah kepada desorpsi air. Suhu 100°C menyebabkan runtuhnya cangkang hidrasi menjadi 264 g/g. Runtuhnya cangkang hidrasi dikarenakan struktur jaringan tiga dimensi mengalami destabilisasi akibat peningkatan suhu. Sedangkan dalam kasus natrium poliakrilat, tidak ada tren yang terlihat pada kapasitas *swelling* namun menurun dari 25-50°C dan

kemudian memuncak pada suhu 75°C (280 g/g).

Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Alonso et al. (2007) bahwa hidrogel hidrosietil selulosa-akrilamida dimana menunjukkan suhu optimum sebesar 30°C. Perbedaan hasil pengamatan tersebut sehingga dapat dilakukan pengamatan lebih lanjut.

### **c. Pengaruh larutan garam terhadap penyerapan polimer super absorben**

Kapasitas *swelling* dari polimer super absorben juga sangat dipengaruhi oleh kekuatan ionik lingkungan (Lenji et al. 2018). Hubungan antara konsentrasi garam (salinitas) polimer super absorben dengan kapasitas *swelling* dengan menggunakan larutan garam NaCl dengan variasi 0; 35.000 dan 85.000 ppm. Kapasitas *swelling* berkurang seiring meningkatnya konsentrasi larutan NaCl. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sun et al. (2018); Singh dan Dhaliwal (2019) yang mengemukakan penurunan kapasitas *swelling* diakibatkan adsorpsi hidrogel terhadap peningkatan jumlah ion Na<sup>+</sup> dari larutan NaCl. Hal ini dapat dihubungkan dengan efek kation tambahan yang menyebabkan adanya tolakan elektrostatis anion-anion, mengakibatkan penurunan perbedaan tekanan osmotik antara struktur polimer dengan larutan NaCl. Perbedaan konsentrasi ion antara struktur polimer dengan fasa cair (larutan NaCl) mengakibatkan penurunan kapasitas *swelling*.

Dalam bidang pertanian, pengaruh larutan garam terhadap sistem pelepasan H<sub>2</sub>O juga penting untuk diamati. Keseimbangan *swelling* pada polimer super absorben dengan adanya pengaruh larutan NaCl, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan CaCl<sub>2</sub> selanjutnya diamati. polimer super absorben dalam media air (H<sub>2</sub>O) mengalami peningkatan tekanan osmotik maksimum sehingga kapasitas *swelling* menjadi meningkat. Sedangkan polimer super absorben dalam media larutan garam (NaCl; Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; CaCl<sub>2</sub>) masing-masing menurun secara signifikan dibandingkan dengan polimer super absorben dalam media air. Fenomena ini juga dikaitkan dengan efek penyaringan dari kation tambahan yang menyebabkan tolakan elektrostatis anion-anion yang tidak efisien. Hal ini juga berhubungan dengan penurunan tekanan osmotik akibat kontak antara polimer super absorben dengan media larutan garam sehingga kapasitas absorpsi berkurang. Sedangkan terjadi peningkatan osmotik polimer super absorben akibat kontak dengan media air (Sanchez-Orozco et al. 2017. Begitu pula pada penelitian yang dilakukan oleh Li et al. (2015).

### **d. Pengaruh kelembaban tanah terhadap penambahan polimer super absorben**

Dalam bidang pertanian, evaluasi kelembaban tanah terhadap penambahan polimer super absorben sangat penting guna mengetahui kemampuan polimer super absorben dalam menahan air di dalam tanah untuk kebutuhan tanaman. Sanchez-Orozco et

al. (2017) melakukan penelitian untuk melihat kelembaban tanah dengan variasi tanpa polimer super absorben (kontrol) dan dengan menggunakan polimer super absorben. Pengamatan dilakukan selama 12 hari setelah penyiraman awal sampel tanah dengan jumlah polimer super absorben yang bervariasi (0,5%; 1,5% dan 2,0%). Jumlah air yang mampu ditahan oleh polimer super absorben terlihat perbedaan yang sangat jelas. Semakin banyak jumlah polimer super absorben yang ditambahkan maka semakin lama waktu kehilangan air/semakin lembab. Ketahanan waktu inkubasi mencapai 18 hari dari awal penyiraman. Dari hasil tersebut diketahui bahwa dengan adanya polimer super absorben maka dapat menahan lebih banyak air dibandingkan tanpa polimer super absorben. Ketika tanah diolah dengan polimer super absorben maka sifat retensi air terkait dengan porositas dan daya serap air polimer super absorben menjadi berubah. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan hidrogel ke dalam tanah jelas dapat meningkatkan kapasitas retensi air tanah dan mengurangi jumlah penguapan air (Li et al. 2015; Liao et al. 2016). Efek yang sama juga terlihat pada tanah lempung maupun berpasir dengan penambahan polimer super absorben (Akhter et al., 2004; Dorraji et al., 2010). Penentuan kelembaban tanah juga terlihat pada penelitian yang dilakukan oleh Kristantyo et al. (2016) dimana diaplikasikan pada tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.). Penelitian tersebut menggunakan rasio polimer super absorben

sebesar 0 g; 0,5 g; 1 g; 1,5 g dan 2 g). Namun tidak memiliki perbedaan yang cukup signifikan dengan tanpa polimer super absorben.

## KESIMPULAN

Dari hasil studi literatur tersebut maka diperoleh kesimpulan bahwa kemampuan *swelling* polimer super absorben mencapai kondisi optimum pada pH 6,5 dan 9, sedangkan terhadap pengaruh temperatur kemampuan *swelling* polimer super absorben terjadi pada suhu 25°C, 50°C dan 75°C. Kondisi kapasitas *swelling* dengan menggunakan media larutan garam menunjukkan penurunan kapasitas *swelling* seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan garam.

Polimer super absorben menunjukkan kemampuan dalam mengontrol kelembaban tanah. Kelembaban tanah dengan menambahkan polimer super absorben menunjukkan hasil yang signifikan yakni 3 kali lipat dari tanpa polimer super absorben yakni kelembaban dapat bertahan hingga 18 hari dari hari pertama dilakukan penyiraman namun tidak pada semua jenis tanaman.

Adapun rekomendasi untuk kajian selanjutnya adalah dari studi literatur tersebut dapat dilakukan penelitian tentang suhu optimum mulai dari suhu 30-100°C dan laju maupun kinetika proses *swelling* pada popok.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abobatta, W. 2018. Impact of hydrogel polymer in agricultural sector. *Adv. Agr. Environ Sci.* 1(2): 59-64.
- Akhter, J., Mahmood, K., Malik, K. A., Mardan, A., Ahmad, M. & Iqbal, M.M. 2004. Effects Of Hydrogel Amendment On Water Storage Of Sandy Loam And Loam Soils And Seedling Growth Of Barley, Wheat And Chickpea. *Plant, Soil and Environment* 50(10):463–469.
- Alonso G.J., Rivera, J.L.A., Mendoza, A.M.M. & Mendez M.L.H. 2007. *E-Polymers* 150(1):1-9.
- Cao, Y.C., Hui, X.Y. & Maibach, H.I. 2021. Effect of superabsorbent polymers (SAP) and metal organic frameworks (MOF) wiping sandwich patch on human skin decontamination and detoxification in vitro. *Toxicology Letters* 337(1):7-17.
- Cheng, W.M., Hu, X.M., Wang, D.M. & Liu, G.H. 2015. Preparation and Characteristics of Corn Straw-Co-AMPS-Co-AA Superabsorbent Hydrogel. *Polymers* 7(11): 2431-2445.
- Ching, W.T., Zhang, J., Collias, D., McDaniel, J., Simonyan, A., Tanksale, A. & Holl, B.M.M. 2020. Microwave-Assisted Hydrothermal Decomposition of Super Absorbent Polymers. *ACS Sustainable Chem. Eng.* 8(38): 14504-14510.
- Counts, J., Weisbrod, A. & Yin, S. 2017. Common Diaper Ingredient Questions: Modern Disposable Diaper Materials Are Safe and Extensively Tested. *Clinical Pediatrics* 56(5S): 23S-27S.
- Dahlana, M., Dahliaty, A. & Sy, S.D. 2014. Pemanfaatan Selulosa Popok Bayi sebagai Substrat untuk Produksi Enzim Selulase oleh Isolat Bakteri S-16 dan S22 Strain Lokal Riau. *JOM FMIPA* 2(1): 313-318.
- Dorraj, S. S., Golchin, A., & Ahmadi, S. 2010. The Effects Of Hydrophilic Polymer And Soil Salinity On Corn Growth In Sandy And Loamy Soils. *Clean - Soil, Air, Water* 38(7):584–591.
- Essawy, H.A., Ghazy, M.B.M., El-Hai, F.A. & Mohamed, M.F. 2016. Superabsorbent Hydrogels Via Graft Polymerization of Acrylic Acid from Chitosan-Cellulose Hybrid and Their Potential in Controlled Release of Soil Nutrients. *International Journal of Biological Macromolecules* 89(1):144-151.
- Kakonke, G., Tesfaye, T., Sithole, B. & Ntunka, M. 2019. Review on the Manufacturing and Properties of Nonwoven Superabsorbent Core Fabrics Used in Disposable Diapers. *International Journal of Chemical Sciences* 17(1): 302.



- Kenawy, E-R., Seggiani, M., Hosny, A., Rashad, M., Cinelli, P., Saad-Allah, K.M., El-Sharnouby, M., Shendy, S., Azaam, M.M & Mohammed, M. 2021. Super absorbent composites based on rice husk for agricultural applications: Swelling behavior, biodegradability in soil and drought alleviation. *Journal of Saudi Chemical Society* 25(6):1-14.
- Kristantyo, Y., Winarsih, S., Tyasmoro, S.Y. & Sugito, Y. 2016. Pengaruh Aplikasi Polimer Superabsorben pada Beberapa Kadar Lengas Tanah Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *PLANTROPICA Journal of Agricultural Science* 1(2):81-86.
- Lenji, M.A., Haghshenasfard M., Sefti, M.V. & Salehi, M.B. 2018. Experimental Study of Swelling and Rheological Behavior of Preformed Particle Gel Used in Water Shutoff treatment. *J Pet Sci Eng* 169:739-747.
- Li, X., Li, Q., Su, Y., Yue, Q., Gao, B. & Su, Y. 2015. A Novel Wheat Straw Cellulose-Based Semi-IPNs Superabsorbent With Integration Of Water-Retaining And Controlled-Release Fertilizers. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 55(1): 170–179.
- Liang, L., Li, C., He, Q., Tachea, F., Tanjore, D., Luong, T., Somma, M., D'Alessio, N., Pray, T. & Ning, S. 2018. Upgrading of Post-consumer Absorbent Hygiene Products for Bioethanol Production. *ACS Chem. Eng.* 6(3): 3589-3595.
- Mahon, R.Balogun, Y., Oluyemi, G. & Njuguna, J. 2019. Swelling Performance of Sodium Polyacrylate and polu(acrylamide-co-acrylic acid) potassium salt. *SN Applied Sciences* - 2(1):117.
- Mechtchetine, V., Wyrzykowski, M., Schrofl, C., Snoeck, D., Lura, P., Belie, D.N., Mignon, A., Vlierberghe, V.S., Klemm, J.A., Almeida, R.C.F., Filho, T.R.J., Boshoff, P.W., Reinhardt, H-W. & Igarashi, S-I. 2021. Application of super absorbent polymers (SAP) in concrete construction-update of RILEM state-of-the-art report. *Materials and Structures.* 54(80):1-20.
- Millani, P., Franca, D., Balieiro, A.G. & Faez, R. 2017. Polymers and Its Applications in Agriculture. *Polimeros* 27(3): 256-266.
- Roy, A., Singh, S.K., Bajpai, J. & Bajapai, A.K. 2014. Controlled Pesticide Release from Biodegradable Polymers. *Central European Journal of Chemistry* 12(4): 453-469.
- Sanchez-Orozco, R., Timotea-Cruz, B., Torres-Blancas, T. & Urena-Nunez, F. 2017. Valorization of Superabsorbent Polymers From Used Disposable Diapers As Soil Moisture Retainer.

- International Journal of Research-Grantaalah* 5(4): 105-117.
- Singh, J. & Dhaliwal A. 2018. Synthesis characterization and swelling behaviour of silver nanoparticles containing superabsorbent based on grafted copolymer of polyacrylic acid. *Guar Gum Vacuum* 157(1): 51-60.
- Sun, X.F., Yiwei, H., Yingyue, C. & Qihang, Z. 2019. Superadsorbent Hydrogel Based on Lignin and Montmorillonite for Cu(II) ion Removal from Aqueous Solution. *Int J Biol Macromol* 124(1): 511-519.
- Tembo, E. & Chazireni, E. 2017. The Negative Environmental Impact of Disposable Diapers: The Case of Mberengwa District, Zimbabwe. *International Journal of Healthcare Sciences* 4(2): 2158-2161.
- Torrijos, M., Sousbie, P., Rouez, M., Lemunier, M., Lessard, Y., Galtier, L., Simao, A. & Steyer, J.P. 2014. Treatment of The Biodegradable Fraction of Used Disposable Diapers by co-Digestion with Waste Activated Sludge. *Waste Management* 34(1): 669-675.
- Zhang, X., Wang, X., Li, L., Zhang, S. & Wu, R. 2015. Preparation and Swelling Behaviours of A High Temperature Resistant Superabsorbent Using Tetraallylammonium Chloride As Crosslinking Agent. *Reactive and Functional Polymers* 87(1): 15–21.